



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO GUIZ GALLO”
ESCUELA DE POSTGRADO**



MAESTRIA EN GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN

**“MODELO DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS
FLEXIBLES EN VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE CHICLAYO”**

TESIS:

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN:
GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN**

**AUTOR:
Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello**

**ASESOR:
Dr. Ing. Carlos Ernesto Mondragon Castañeda**

Lambayeque – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

ESCUELA DE POST GRADO



**MODELO DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO DE
PAVIMENTOS FLEXIBLES EN
VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE CHICLAYO**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN**

PRESENTADO POR:

ING. MARCO DOMICHELLI MERCEDES TELLO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

TESIS

“MODELO DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE CHICLAYO”

Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello

AUTOR

Dr. Ing. Carlos Ernesto Mondragón Castañeda

ASESOR

Presentada a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para
optar el Grado de **MAESTRO EN GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN**

APROBADO POR:

Dr. Ing. RICARDO ANTONIO SOSA SANDOVAL
Presidente del Jurado

Dr. Ing. ANIBAL QUINTIN CÁCERES NARREA
Secretario del Jurado

Dr. Ing. SERGIO BRAVO IDROGO
Vocal del Jurado

LAMBAYEQUE - PERÚ
2019

DEDICATORIA

***A DIOS POR SU INFINITO AMOR...
Y POR SER EL GUIA ESPIRITUAL DE MI VIDA.***

***A MIS PADRES...
MARINA TELLO ALARCON Y DOMICIANO MERCEDES BEJARANO
POR SER LOS MAS GRANDES MAESTROS DE LA VIDA
QUE DIOS ME HA BRINDADO,
Y POR DARME MUCHAS ENSEÑANZAS DE VIDA.***

***A MIS HERMANOS...
MIGUEL ANGEL Y EDDIE ROLANDO
POR CONTINUAR PERSEVERANTES Y DE VOLUNTAD CONSTANTE
EN SEGUIR ADELANTE Y LOGRAR CULIMNAR
SUS METAS Y PROYECTOS DE VIDA.***

***A TI, BELLO ANGEL PORQUE SE QUE DESDE ARRIBA ME CUIDAS...
TODOS LOS DIAS DE MI VIDA.***

AGRADECIMIENTO:

A DIOS POR HABERME PERMITIDO CULMINAR MIS ESTUDIOS DE POSTGRADO.

AGRADEZCO DE FORMA ESPECIAL al Dr. Ing. CARLOS MONDRAGON CASTAÑEDA, POR SU VALIOSO APOYO ACADÉMICO; ORIENTACION OPORTUNA, Y SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO Y CULMINACIÓN DE LA TESIS.

A TODOS NUESTROS DOCENTES DE LA MAESTRÍA DE GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN, DE CADA UNO DE ELLOS ME LLEVO GRATOS RECUERDOS Y POR SUS VALIOSAS ENSEÑANZAS.

A MIS PADRES: MARINA TELLO ALARCON Y DOMICIANO MERCEDES BEJARANO, POR SU DEDICACIÓN, LABOR, ESFUERZO Y SACRIFICIO, EN INCENTIVAR E INCULCAR VALORES MORALES Y ENSEÑANZAS DE VIDA.

A LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO, QUE ESPECIALMENTE BRINDO SU APOYO EN ARAS DE LA MEJORA PARA LA COMUNIDAD CHICLAYANA.

A LOS SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO, POR SUS RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.

MARCO DOMICHELLI

INDICE

RESUMEN	06
ABSTRACT	06
INTRODUCCION	07
CAPITULO I	08
ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	08
1.1 Ubicación	08
1.2 Cómo surge el problema	09
1.3 Cómo se manifiesta y qué características tiene.	11
1.4 Metodología	18
CAPITULO II	20
MARCO TEORICO	20
2.1 Antecedentes de investigación	20
2.2 Bases Teóricas	20
a) Teoría de los Pavimentos	20
b) Teoría de Evaluación de Infraestructura	24
c) Teoría de la Gestión	29
d) Teoría de la Ingeniería de Tránsito	31
CAPITULO III	35
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	35
3.1 Análisis y Discusión de los Resultados	35
3.2 Propuestas de intervención	41
3.3 Matriz de intervención	41
3.4 Discusión de resultados	41
3.5 Presentación del Modelo Teórico	42
Propuesta de Modelo de Gestión en Mantenimiento de Pavimentos en Vías Urbanas del Distrito de Chiclayo	43
CAPITULO IV: CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	83
4.1 Conclusiones	83
4.2 Recomendaciones	83
Referencias Bibliográficas	84
Anexos	88

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, el de proponer un modelo de gestión para mejorar el mantenimiento de los pavimentos flexibles en el Distrito de Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

La metodología que se utilizó para obtener los datos del análisis, consistió en el método de investigación de campo, aplicándose un cuestionario para caracterizar la gestión de pavimentos flexibles del Distrito de Chiclayo, y para identificar las principales causas de deterioro de los pavimentos, se utilizó la técnica de la encuesta con un cuestionario representado por 29 ítems, con una escala de respuestas tipo Likert, los cuales permitieron abordar las dimensiones e indicadores de las variables, bajo un tipo de investigación descriptiva, propositiva con un diseño no experimental.

Se hizo un análisis de ponderación de porcentajes, y de esta manera se obtiene resultados que nos permite conocer las principales características de la gestión de pavimentos.

Se encontró que las características de la gestión de mantenimiento de pavimentos flexibles del Distrito de Chiclayo, la Municipalidad Provincial de Chiclayo, no se preocupa por conocer las características de la red de vías del distrito, además no se mantiene un registro del historial de construcción y mantenimiento de la red de vías del distrito, el mantenimiento se da de manera rutinaria pero la Municipalidad no se preocupa por realizar mantenimientos preventivos. La Municipalidad carece de un sistema de información que le permita recoger las necesidades de la red de pavimentos en relación a su historial de mantenimiento y registro de construcción.

Finalmente, la Municipalidad Provincial de Chiclayo, no evalúa los resultados de la construcción de un proyecto de vías, con lo cual la gestión de mantenimiento de pavimentos no existe.

Palabras claves: Gestión de Pavimentos Flexibles, Mantenimiento, Pavimentos Flexibles.

ABSTRACT

This study aimed to propose a management model to improve maintenance of flexible pavements in the District of Chiclayo, Province Chiclayo, Department of Lambayeque.

The methodology used for data analysis consisted of the method of field research applied a questionnaire to characterize the management of flexible pavements District of Chiclayo, and to identify the main causes of pavement deterioration, was used the technique of the survey with a questionnaire represented by 29 items, with a Likert response scale which allowed to address the dimensions and indicators of variables under a kind of descriptive research, with a non-purposeful experimental design.

An analysis of weight percentages are made and thus results that allows us to know the main features of the pavement management is obtained.

It was found that the characteristics of the maintenance management of flexible pavements District of Chiclayo, Province Municipality of Chiclayo does not care to know the characteristics of the network of roads in the district also not a history log construction and maintenance of the network of roads in the district is maintained, maintenance is given routinely but the municipality does not care about make preventive maintenance. The municipality lacks an information system that allows you to collect network needs pavemente in relation to its maintenance history and log construction. Finally the Province Municipality Chiclayo does not evaluate the results of the construction of road Project, whereby pavement maintenace management does not exist.

Keywords: Flexible Pavement Management, Maintenance, Flexible Pavements.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación pretende proponer un modelo de gestión a fin de mitigar esta problemática, **“MODELO DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS URBANAS DEL DISTRITO DE CHICLAYO”** el cual ha sido elaborado con mucho interés, con la finalidad de entender y aplicar los conceptos y la metodología de investigación científica, y asimismo consistió en proponer como aporte de solución el de permitir plantear como propuesta un Modelo de Gestión para el Mantenimiento de Pavimentos Flexibles en las vías urbanas del Distrito de Chiclayo.

El principal problema está centrado en determinar **¿Qué alternativas de intervención son necesarias para mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo?**

La hipótesis queda planteada de la siguiente manera:

Aplicando el Método PCI, se consigue implementar adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

El instrumento para la recolección de información fue la inspección visual, mediante las pautas señaladas por la Metodología PCI (Pavement Index Condition), a través de formatos establecidos por la metodología, dirigido a los pavimentos de las vías urbanas del Cercado de Chiclayo, considerando unidades de muestreo para algunos tramos de vías urbanas de la ciudad de Chiclayo. Los datos obtenidos fueron procesados para su respectivo análisis estadístico e interpretación mediante lo establecido por la Metodología PCI, y con ayuda del **aplicativo Microsoft Excel**.

El presente proyecto de investigación, cuenta con la siguiente estructura:

El Capítulo I está comprendido por la situación problemática, el planteamiento del problema, así como, la justificación en su dimensión técnica, social y metodológica, las cuales han sido aspectos relevantes para la elaboración de los objetivos del estudio, la hipótesis de investigación, las variables mediante la definición conceptual y operacional; la metodología mediante el tipo de estudio y el diseño de la investigación. También se señala la población y muestra a emplearse, los métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos; y el método de análisis de datos obtenidos en la presente investigación.

El Capítulo II, presenta el marco teórico, los antecedentes de estudios relacionados al tema investigado, las bases teóricas científicas, a través de una revisión bibliográfica.

El Capítulo III, constituye la presentación y análisis de los resultados de la investigación, a través de tablas y figuras, igualmente se reporta los resultados y alcance de la prueba piloto, los resultados con su análisis respectivo y los promedios de las variables operadas.

El Capítulo IV, constituye la presentación de la propuesta de un modelo de gestión para el mantenimiento de los pavimentos flexibles en las vías urbanas del Distrito de Chiclayo, como aporte en base a los resultados de la investigación, y considerando como alcance de prueba piloto al Cercado de Chiclayo.

El Capítulo V, constituye las conclusiones o resultados obtenidos, producto del desarrollo del proyecto de investigación; y asimismo, la corroboración de los objetivos generales y específicos propuestos en el proyecto de investigación.

El Capítulo VI, constituye las recomendaciones del caso, brindando mayores alcances para la generación de otros temas de investigación a realizar.

El Capítulo VII, constituye la bibliografía consultada, consideradas como fuentes de información para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

CAPITULO I

ANALISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

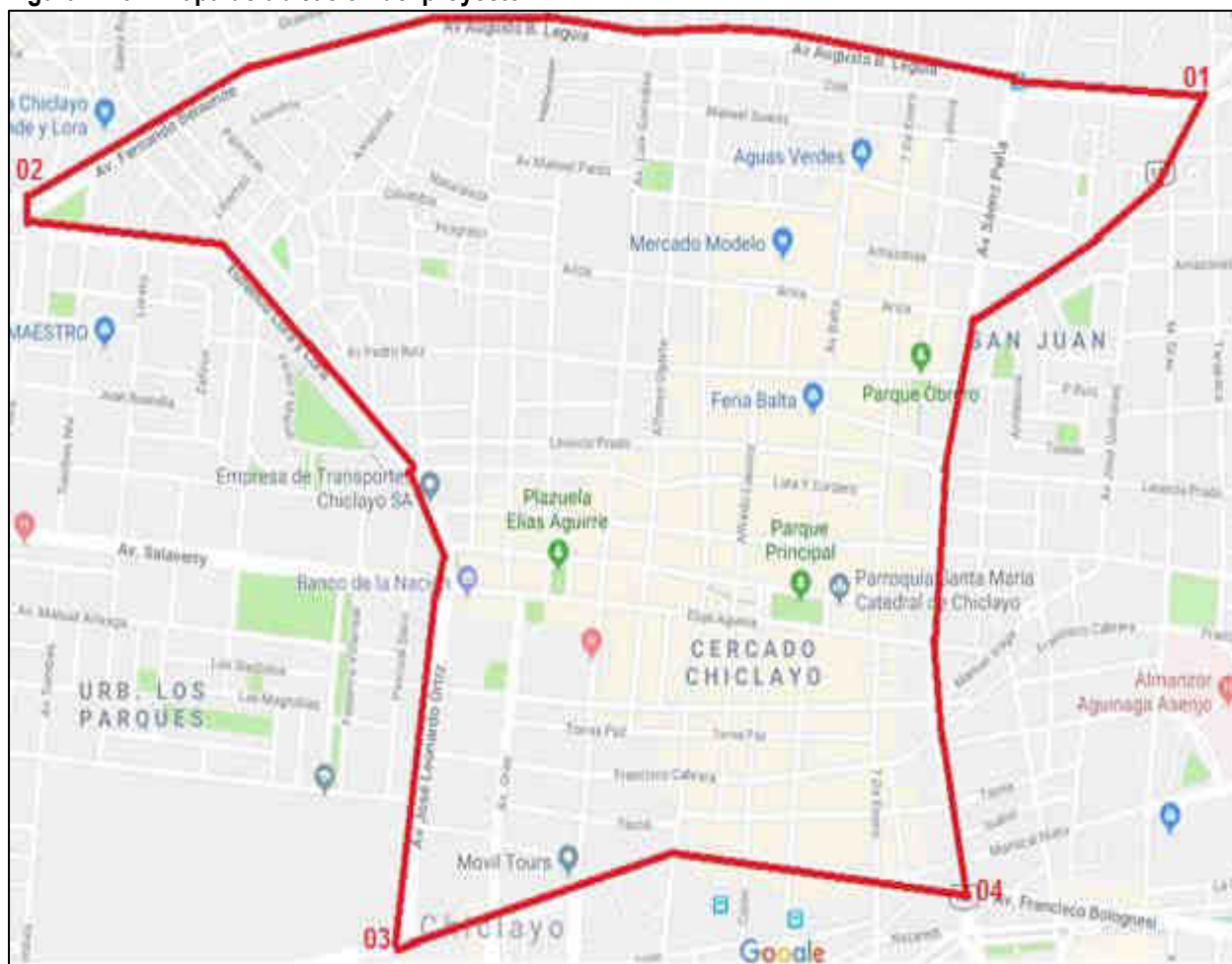
1.1.- Ubicación

La ubicación del objeto de estudio se encuentra dentro del Cercado de Chiclayo, en las siguientes coordenadas:

Tabla N° 01: Coordenadas de ubicación del proyecto

Puntos de Ubicación	Coord. UTM	Coord. Geográficas
01.-Intersecc. Av. Oriente y Av. A.B. Leguía	Este (x) 629164.003 Norte (y) 9252217.39	Lat. Sur 06°45'49.07" Long. Oeste 79° 49' 52.61"
02.-Intersecc. Av. A.B. Leguía y Av. Eufemio Lora y Lora	Este (x) 626434.392 Norte (y) 9252710.998	Lat. Sur 06°45'33.21" Long. Oeste 79° 51' 21.55"
03.-Intersecc. Av. José L. Ortiz y Av. Bolognesi	Este (x) 627554.454 Norte (y) 9250767.248	Lat. Sur 06°46'36.41" Long. Oeste 79° 50' 44.92"
04.-Intersecc. Av. Bolognesi y Av. Sáenz Peña	Este (x) 628682.354 Norte (y) 9250845.947	Lat. Sur 06°46'33.76" Long. Oeste 79° 50' 08.19"

Figura N° 01: Mapa de ubicación del proyecto ⁽¹⁾



Fuente: Google Earth.

(1): Google (2018): Búsqueda de ciudad de Chiclayo.

1.2.- Cómo surge el problema.

A continuación se citarán algunos aspectos en relación a su origen o la manera que surge el problema.

Descripción del objeto de estudio

La Municipalidad Provincial de Chiclayo, carece de modelo de gestión para realizar los mantenimientos de los pavimentos flexibles, ya hoy en día, las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo, se encuentran en inadecuado estado de conservación, con tendencia a prolongar mayores deterioros a los pavimentos, y de darse alguna intervención para mejorar su estado de conservación, ésta sería inoportuna por una carecer de un modelo de gestión.

La mayoría de las vías urbanas pavimentadas de la ciudad de Chiclayo se encuentran en inadecuado estado de conservación, y además de ello la Municipalidad Provincial de Chiclayo, no cuenta con un modelo óptimo de gestión para atención de mantenimiento para los pavimentos flexibles. Cabe importante señalar, que sólo por la presencia de Fenómeno El Niño Costero, a causa de intensas lluvias, éstas afectaron el estado de conservación de los pavimentos flexibles, y por ende, el Gobierno Nacional decretó estado de emergencias en varias regiones del país, llegando a crear la Autoridad de Reconstrucción con Cambios, a fin de que en caso de las vías urbanas hayan sido intervenidas con priorización de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, atendiéndose la mayoría de vías urbanas ubicadas en el casco urbano de Chiclayo, consignándose una reconstrucción total de la vía urbana, y en otros casos, la repavimentación total de la vía urbana.

En el Distrito de Chiclayo, existen diferentes tipos de pavimentos como rígido, flexible y mixto, por ello el análisis del presente proyecto de investigación se encuentra acotada en pavimentos flexibles de las vías urbanas del Distrito de Chiclayo, en el cual presentan mayores áreas de deterioros por diferentes causas, motivos por el cual se origina asentamientos o hundimientos, fallas transversales, longitudinales y diagonales, reflejadas estos perjuicios en éstos pavimentos, añadiéndose a ello, el crecimiento acelerado del parque automotor en el tránsito vial urbano.

Para ello, lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación, reparación menores o de carácter preventivo, y no de reconstrucción. De esta manera, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por repararse un pavimento es mucho más elevado que el propio costo por mantenimiento. Y para identificar que técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento, se debe en primer lugar, evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra el pavimento.

De acuerdo a la Figura N° 02, se grafican las causas del deterioro constante de los pavimentos en la ciudad de Chiclayo, son diversas, y van desde procesos constructivos o estudios técnicos deficientes, hasta incluso el mismo crecimiento de la ciudad que demanda nuevos servicios como agua y alcantarillado, lo que implica la rotura de los pavimentos para la instalación de éstos, agravándose más aún debido al colapso constante de las redes de alcantarillado que tienen más de 50 años de antigüedad en el casco urbano. Ante esta realidad, en que el deterioro de los pavimentos urbanos es constante, se añade a ello, en que la Municipalidad no planifica ni existen algún procedimiento o lineamiento de gestión que desarrolle la conservación o mantenimiento de los pavimentos urbanos en la ciudad de Chiclayo. No puede atribuirse a una causa única, el deterioro de los pavimentos. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores, podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en casos de presencia de precipitaciones intensas, del efecto de solicitaciones externas (cargas vehiculares, agentes climáticos, etc.).⁽²⁾

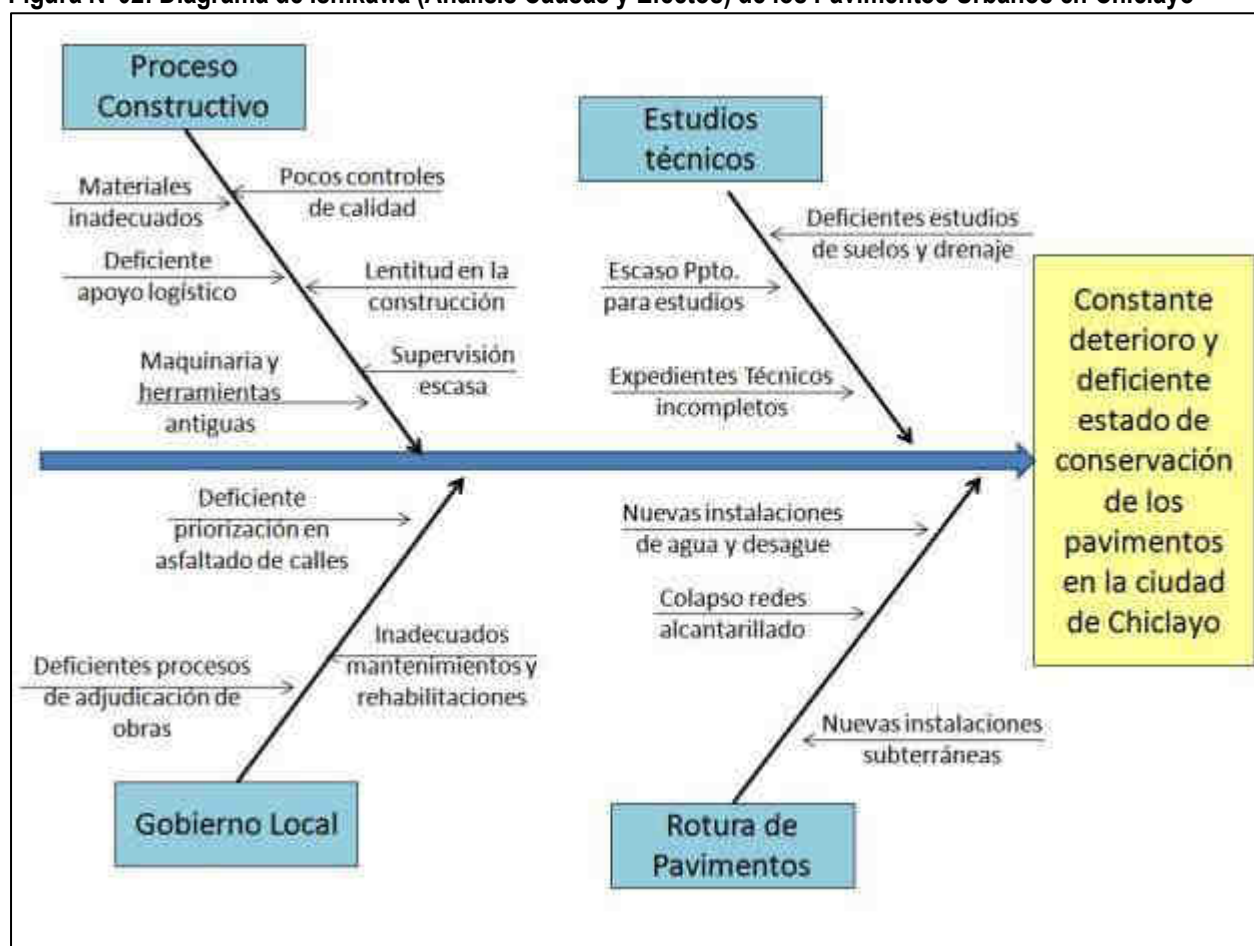
En el estudio denominado: **Desarrollo de un Sistema Sustentable del Transporte Público en Chiclayo**⁽³⁾, considero que de toda la red vial urbana de la Ciudad de Chiclayo, la tercera parte de la misma no estaba pavimentada, y las demás vías pavimentadas son de asfalto, hormigón, adoquinado o empedrado.

La condición de los pavimentos flexibles en el Cercado de Chiclayo, es inadecuada en aspectos de funcionalidad y transitabilidad, en las vías urbanas de Chiclayo. Es decir, esta situación desfavorable se debe a la decisión tomada por la autoridad de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, de no permitir la circulación de vehículos pesados, ni de moto-taxis, dentro y alrededores del Cercado Histórico de Chiclayo. Si no fuera así, los pavimentos estarían en mal estado y algunas vías seguramente destruidos. A pesar de esta situación, hay señales de que el mantenimiento es insuficiente.

(2) Borja S., M. (2011) Artículo "Problemática de los Pavimentos Urbanos de Chiclayo"

(3) CONSIDA Consultants Copenhagen (2007): "Desarrollo de un Sistema Sustentable de Transporte Público"

Figura N°02: Diagrama de Ishikawa (Análisis Causas y Efectos) de los Pavimentos Urbanos en Chiclayo ⁽²⁾.



Fuente: Elaboración propia.

Evolución histórica tendencial del objeto de estudio

Durante la gestión edil de los años 2015 al 2018, se limitó a ejecutarse el gasto corriente destinado para el mantenimiento de los pavimentos urbanos, salvo en el año 2017 que aconteció el Fenómeno de El Niño Costero en todo el país, y que la Municipalidad priorizó su intervención en estado de emergencia, a través de sus funcionarios competentes para la rehabilitación y reconstrucción de algunas vías urbanas, entre ellos, los pavimentos urbanos de la ciudad de Chiclayo. Una vez dispuesto esta normatividad, la Municipalidad en el año 2018, ejecutó el gasto corriente asignado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), para realizar trabajos de mantenimientos en algunas vías urbanas de la ciudad.

En el año 2017, la Municipalidad continuaba realizando trabajos de mantenimiento para los pavimentos urbanos, sin embargo en Marzo de este año, aconteció el Fenómeno de “El Niño Costero” que agravó aún más las condiciones operativas en los pavimentos urbanos de las vías locales de Chiclayo. Luego, bajo la declaratoria de emergencia en diversas regiones del país, entre ellas, el Departamento de Lambayeque, el Gobierno Nacional creó la ARCC ⁽⁴⁾, a fin de que con fondos asignados para la reconstrucción de diversas infraestructuras públicas (entre ellos, las vías urbanas que contemplan los diferentes pavimentos), sean solicitadas a través de fichas técnicas y expedientes técnicos, para la solicitud de financiamiento para la ejecución de obras de rehabilitación y reconstrucción de vías urbanas.

En el transcurso de los años 2017 y 2018, la Municipalidad inició la elaboración de expedientes técnicos para la rehabilitación y reconstrucción en diversas vías urbanas de la ciudad de Chiclayo, para solicitar el financiamiento ante el MEF y la ARCC, habiendo la Municipalidad Provincial de Chiclayo, priorizando aquellas vías con pavimentos en deficiente estado de conservación, y agravando más aún su condición operativa a causa de la presencia de intensas lluvias en Chiclayo, deteriorándose los pavimentos en las vías urbanas, por carencia de drenaje pluvial.

(2) Borja S., M. (2011) Artículo “Problemática de los Pavimentos Urbanos de Chiclayo”

(3) CONSIDA Consultants Copenhagen (2007): “Desarrollo de un Sistema Sustentable de Transporte Público”

En el año 2018, se contó con la disponibilidad de los recursos transferidos del MEF y ARCC ⁽⁴⁾, para proceder a iniciar su ejecución en algunas obras de rehabilitación y reconstrucción en las diversas vías urbanas de Chiclayo, que conllevo a la rehabilitación y reconstrucción de diversos pavimentos urbanos.

A partir del año 2018, a través de la ARCC se iniciaron las inversiones para la rehabilitación de vías urbanas en la ciudad de Chiclayo. Ver en anexos, el Reporte de Obras por Reconstrucción con Cambios consideradas para la Ciudad de Chiclayo (año 2018).

1.3.- Cómo se manifiesta y qué características tiene.

Características actuales del objeto de estudio

En el año 2018, en una entrevista realizada con el Sub-Gerente de Obras Públicas y Convenios de la MPCH ⁽⁵⁾ señalo que actualmente la MPCH, carece de un modelo de gestión para el mantenimiento de los pavimentos en las vías urbanas, ni tampoco cuenta con algún documento de gestión, ni plan de mantenimiento, ni inventario vial urbano, ni otro documento que establezca los lineamientos técnicos para gestión del mantenimiento en los pavimentos de las vías urbanas de la ciudad.

En la Municipalidad Provincial de Chiclayo, no existe registro alguno del estado actual de las vías urbanas en la ciudad de Chiclayo, ni del inventario de las vías urbanas a nivel del Distrito de Chiclayo; según respuesta formal brindada por la Sub Gerencia de Obras Públicas y Convenios, siendo dependencia de la Gerencia de Infraestructura Pública. Asimismo, no se cuentan con técnicos especialistas ni especialistas en pavimentos, ni especialistas en ingeniería vial, en estas áreas, teniendo como consecuencias deficiencias en la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos. No se ha hecho ningún levantamiento de información acerca del estado actual de los pavimentos que conforman parte de la infraestructura vial urbana, luego de suscitado el evento del Fenómeno “Niño Costero” (Marzo 2017), como por ejemplo: cuántas áreas de pavimentos (flexible, rígido, articulado), se han perdido como consecuencia de dicho fenómeno, no existiendo tampoco documentación acerca de estos tipos de estudios.

Política de Gestión en Mantenimiento de Pavimentos por la Municipalidad Provincial de Chiclayo

Actualmente la Municipalidad Provincial de Chiclayo, no cuenta con algún documento de gestión o directiva relacionado con la gestión de mantenimiento en pavimentos flexibles u otro tipo de pavimento, tal situación se evidencia al informarse a través del portal institucional (página web: www.munichiclayo.gob.pe), que carece de este documento de gestión. Asimismo, vía formal se solicitó la documentación respectiva, no habiéndose respondido de forma completa sino parcialmente, y por medio de entrevistas, los funcionarios ediles han señalado que no se cuenta con dicho documento (Directiva en Gestión de Mantenimiento en Pavimentos), y asimismo que no se cuenta con información en archivo de las gestiones anteriores, de modo que actualmente la gestión se realice estableciendo reuniones entre funcionarios ediles de la Gerencia de Infraestructura Pública, del que se remite un informe respecto a la conservación de algunas vías y calles de la ciudad de Chiclayo, y éste informe es elevado para conocimiento del Alcalde, a fin de solicitar la autorización para elaboración de expedientes técnicos en mantenimiento de pavimentos en las vías urbanas de Chiclayo, y gestionarlo a través del Sistema Administrativo INVIERTE.PE ⁽⁷⁾, para la solicitud de la inversión respectiva.

En el centro de Chiclayo, es común apreciar que el pavimento es dañado debido a cambios en el sistema de saneamiento urbano, o en trabajos de telefonía u otras, debido al constante cambio o crecimiento comercial en Chiclayo, existiendo vías urbanas con mayor presencia de áreas pavimentados con pavimentos asfálticas en caliente o concreto, para continuar pavimentando las calles, y con pocas áreas de pavimentos articulados.

Es posible señalar que la ausencia o carencia de un modelo de gestión en mantenimiento de pavimentos urbanos, se ve reflejado sus efectos o manifiestos en la presencia de constante deterioro físico reflejados en el poco o escaso estado de conservación de los pavimentos urbanos en las vías locales de la ciudad de Chiclayo, a continuación se presenta muestras fotográficas, que ilustran esta teoría.



(4): ARCC: Autoridad de la Reconstrucción con Cambios

(5): MPCH: Municipalidad Provincial de Chiclayo

(6): MPCH: Municipalidad Provincial de Chiclayo



(7) INVIERTE.PE: Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones

**Figura N° 03: PANEL FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS
PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LAS VÍAS URBANAS DE CHICLAYO**

Nombre del Proyecto:	“Modelo de Gestión para Mantenimiento de Pavimentos Flexibles en Vías Urbanas del Distrito de Chiclayo”	VIAS URBANAS DEL CERCADO DE CHICLAYO
Fotografía N° 01: Estado actual del pavimento flexible en la Av. José Leonardo Ortiz (cuadra 01), requiriendo como intervención la rehabilitación total o cambio de la carpeta asfáltica.		Fotografía N° 02: Estado actual del pavimento flexible en la Avenida San José (cuadra 01), requiriendo como intervención la rehabilitación total o cambio de la carpeta asfáltica.
		
Fotografía N° 03: Estado actual del pavimento flexible en la Calle Manuel María Izaga (cuadra 0), requiriendo de un mantenimiento correctivo mayor en los carriles.		Fotografía N° 04: Estado actual del pavimento flexible en la Av. Luis Gonzáles (cuadra 09), requiriendo de un mantenimiento correctivo mayor para ambos carriles.
		

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS
PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LAS VÍAS URBANAS DE CHICLAYO**

Nombre del Proyecto:	“Modelo de Gestión para Mantenimiento de Pavimentos Flexibles en Vías Urbanas del Distrito de Chiclayo”	VIAS URBANAS DEL CERCADO DE CHICLAYO
Fotografía N° 01: Estado actual del pavimento flexible en la Calle Alfredo Lapoint (cuadra 09), requiriendo como intervención la rehabilitación total o cambio de la carpeta asfáltica.	Fotografía N° 02: Estado actual del pavimento flexible en la Avenida San José (cuadra 12), requiriendo como intervención la rehabilitación total o cambio de la carpeta asfáltica.	
		
Fotografía N° 03: Estado actual del pavimento flexible en la Av. San José (cuadra 02), requiriendo de un mantenimiento correctivo mayor en uno de los carriles.	Fotografía N° 04: Estado actual del pavimento flexible en la Av. Balta (cuadra 06), requiriendo de un mantenimiento correctivo mayor para carril derecho.	
		

Fuente: Elaboración propia

Ingresos y gastos financieros para mantenimiento de infraestructura vial a cargo de la Municipalidad Provincial de Chiclayo (MPCH)

Además de la carencia de procedimientos o modelo de gestión en mantenimiento de pavimentos urbanos existentes en el Distrito de Chiclayo, que se manifieste reflejada todos los años, los deterioros constantes en los pavimentos urbanos, se procede a analizarse los gastos financieros destinados para el mantenimiento de infraestructura vial en los últimos años (2015 al 2018). Según información financiera proporcionada por la Sub-Gerencia de Presupuesto de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, se detallado información con respecto a sus ingresos y devengados (gastos) de los años 2015, 2016, 2017 y 2018, se ha brindado el menor gasto de ejecución por concepto de gasto corriente, bajo la fuente de financiamiento por RDR ⁽⁸⁾ transferidas a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, provenientes de la recaudación por concepto de impuesto predial, limpieza pública y conservación de parques y jardines, por parte del Centro de Gestión Tributaria (CGT), antes SATCH⁽⁹⁾ según información proporcionada por la Sub-Gerencia de Presupuesto, perteneciente a la Gerencia de Planificación y Presupuesto de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

En la **Figura N° 05**, se aprecia los ingresos percibidos a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, provenientes de la Fuente de Financiamiento de Recursos Directamente Recaudados (RDR) consignado al comienzo de cada ejercicio presupuestal anual, bajo la denominación de PIM ⁽¹⁰⁾ y los Devengados consignados como “gastos ejecutados” en la condición de “egresos” y su porcentaje de avance de gasto ejecutado por parte de la Municipalidad Provincial de Chiclayo en los últimos cuatro años (2015, 2016, 2017 y 2018).

Figura N° 05: Disponibilidad financiera del PIM y Devengados Anuales Ejecutados para el Mantenimiento de Infraestructura Vial Urbana por la MPCH en los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Año de Ejecución: 2015 Incluye Actividades y Proyectos			
Actividad / Acción de Inversión / Obra	PIM	Deveng.	Avance %
5000937: MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	2,732,705	540,988	19.8
5000948: MANTENIMIENTO VIAL LOCAL	842,742	198,188	23.5
2101237: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE	10,170	10,170	100.0
Año de Ejecución: 2016 Incluye Actividades y Proyectos			
Actividad / Acción de Inversión / Obra	PIM	Deveng.	Avance %
5000937: MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	2,447,507	2,393,293	98.0
Año de Ejecución: 2017 Incluye Actividades y Proyectos			
Actividad / Acción de Inversión / Obra	PIM	Deveng.	Avance %
5000937: MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	1,055,251	1,032,728	98.0
Año de Ejecución: 2018 Incluye Actividades y Proyectos			
Actividad / Acción de Inversión / Obra	PIM	Deveng.	Avance %
5000937: MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	805,838	0	0.0
5000948: MANTENIMIENTO VIAL LOCAL	82,808	82,805	100.0

Fuente: Sub-Gerencia de Presupuesto MPCH (Chiclayo, 2018).

En la actualidad, la MPCH⁽¹¹⁾ ha venido realizando en pocos casos, se ha procedido como trabajos de mantenimiento en **re-capeado delgado y parchados, en los pavimentos flexibles de las vías urbanas en el casco urbano de la ciudad de Chiclayo**. Y no en su totalidad, puesto que no hay un manejo adecuado de priorización porque cada día se agrava más el mantenimiento en los pavimentos existentes en la ciudad de Chiclayo.

Estructura Orgánica de la Municipalidad Provincial de Chiclayo

En lo referente a la estructura orgánica de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, ésta sigue vigente y se detalla en lo que respecta al transporte y la infraestructura vial urbana, tal como se muestra en la **Figura 06**.

(8) RDR: Recursos Directamente Recaudados

(9) SATCH: Servicio de Administración Tributaria de Chiclayo

(10) PMI: Presupuesto Institucional Modificado

(11) MPCH: Municipalidad Provincial de Chiclayo

[illegible]

El Reglamento de Organización y Funciones (ROF), documento oficial aprobado con Ordenanza Municipal N° 008-2015-MPCH del 27.04.2015 y fue modificado con Ordenanza Municipal N° 006-2016-MPCH, del 11.03.2016.

A continuación se presentan vistas fotográficas realizadas en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo, con respecto a las “Obras de Reconstrucción con Cambios”. Estas intervenciones temporales han atendido a pavimentos muy dañados que requerían su reconstrucción inmediata o rehabilitación total, en las calzadas de calles y avenidas del Cercado de Chiclayo, ejecutadas por la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

(12): Vigente desde la Ordenanza Municipal N° 006-2016-MPCH

Figura N° 07: PANEL FOTOGRÁFICO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS EJECUTADAS EN LAS VIAS URBANAS CON PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE CHICLAYO

Nombre del Proyecto:	“Modelo de Gestión para Mantenimiento de Pavimentos Flexibles en Vías Urbanas del Distrito de Chiclayo”	VIAS URBANAS DEL CERCADO DE CHICLAYO
Fotografía N° 01: Trabajos de rehabilitación total de vías urbanas en la Av. Sáenz Peña y Av. Fitzcarrald. Construcción de Base.	Fotografía N° 02: Trabajos culminados de rehabilitación en Av. José Quiñones de Urb. San Juan. Colocación de carpeta asfáltica.	
		
Fotografía N° 03: Trabajos de Rehabilitación total en la Av. Miguel Grau. Compactación de la carpeta asfáltica.	Fotografía N° 04: Intervenciones con parchados en pavimentos flexibles en Av. José Eufemio Lora y Lora, de Urb. Patazca.	
		

Fuente: Elaboración propia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En tal sentido, el presente proyecto de investigación, formula el siguiente problema:

¿Qué alternativas de intervención son necesarias para mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo?

HIPÓTESIS

Aplicando el Método PCI, se consigue implementar adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

OBJETIVO GENERAL

Proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento de información respecto a las fallas existentes en los pavimentos urbanos de la zona de estudio.
- Aplicar el método PCI para determinar la condición operacional de las unidades de muestra que constituyen la zona en estudio.
- Analizar la incidencia de fallas encontradas en función al tipo y severidad de las unidades de muestra en la zona de estudio.
- Proponer alternativas de intervención en función a las fallas encontradas en la zona de estudio.
- Finalmente, proponer a la Municipalidad Provincial de Chiclayo como aporte, un Modelo de Gestión para Mantenimiento de Pavimentos Flexibles para las vías urbanas de la Ciudad de Chiclayo.

Justificación e Importancia

Justificación Teórica

Según **Ñaupas y Mejía (2014)**, señalo que “la justificación teórica se da cuando se señala que la importancia que tiene la investigación de un problema en el desarrollo de una teoría científica. Ello implica indicar que el estudio va a permitir, realizar una innovación científica para lo cual es necesario hacer un balance o estado de la cuestión del problema que se investiga, va servir para refutar resultados de otras investigaciones o ampliar un modelo teórico”.

El autor justifica esta investigación porque permitirá contribuir con mejorar la gestión municipal en aspectos de mantenimiento de los pavimentos flexibles, aplicándose la “Teoría de De Solminihaç”.

Justificación Técnica

Según **Schliensser (1994)**, señala que “la conservación de pavimentos es una estrategia de tratamientos costo-efectivos aplicada a una vía existente para prolongar la vida útil o mejorar la serviciabilidad del pavimento. Es una estrategia concebida con el objeto de disminuir el grado de deterioro, retardar fallas y mejorar la condición funcional o estructural del pavimento. Conforme los pavimentos se deterioran, el mantenimiento preventivo no es suficiente para atender los diversos problemas que presentan, por ejemplo; tratamientos de conservación costo-efectivos para pavimentos dañados severamente y con deficiencia estructural que deben ser aplicados”

El autor justifica esta investigación porque permitirá implementar estrategias de aspectos técnicos para mejorar el estado de conservación de los pavimentos flexibles.

Justificación Metodológica

Según **Ñaupas y Mejía (2014)**, indica que “la justificación metodológica se da cuando se indica que el uso de determinadas técnicas e instrumentos de investigación, pueden servir para otras investigaciones similares. Pueden tratarse de técnicas o instrumentos novedosos como cuestionarios, test, pruebas de hipótesis, modelos de diagramas, de muestreo, etc., que crea el investigador que pueden utilizarse en investigaciones similares”

El autor justifica esta investigación porque elabora como propuesta una metodología o lineamiento general de un Modelo de Gestión en Mantenimiento de Pavimentos Flexibles en las Vías Urbanas de Chiclayo.

Justificación Social

Según **Ñaupas y Mejía (2014)**, señala que “la justificación social se da cuando la investigación va a resolver problemas sociales que afectan a un grupo social”

El autor justifica socialmente esta investigación porque permitirá mejorar la oferta del servicio público (vías urbanas) tanto a taxistas, peatones, población local, y turistas que recorren las vías urbanas de Chiclayo.

Importancia

Según **Chang C. (2012)**, señaló que la conservación de pavimentos toma como importancia el de preservar las inversiones efectuadas en la infraestructura vial, y tiene la debida importancia porque de aplicarse, además de los beneficios de conservación de los pavimentos urbanos, se tendrán adicionalmente los siguientes

- Mayor calidad en el transporte.
- Extensión de la vida útil del pavimento.
- Reducir la incomodidad de los usuarios y tiempos de movilización.
- Reducir costos de conservación en el ciclo de vida útil del pavimento.
- Incrementar la satisfacción del usuario.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones.
- Condiciones de confort y seguridad más uniforme entre los tramos de la red vial.
- Uso más eficiente de los fondos asignados.
- Aplicación de políticas de conservación más coherentes y objetivos.

Según **Schliensser (1994)**, tiene la debida importancia porque si en caso no se aplica de manera inmediata, tendremos algunas de las siguientes consecuencias

- La mala gestión de conservación vial, conlleva a un aumento innecesario de los costos de operación de los vehículos que pueden llegar a equivaler entre 0.5% y 1% del producto bruto de una región o país.
- Que cada dólar que no se gasta oportunamente en conservación vial, se traduce en dos o tres dólares en obras de rehabilitación y reconstrucción.
- Las redes viales en mal estado de conservación aumentan en un 38% en promedio, los costos de operación vehicular. Los vehículos ligeros ahorran alrededor de \$0.17 por cada 100 km, y los vehículos pesados de \$0.81 por cada 100 km, cuando se trata de redes viales en buen estado de conservación, frente a la condición negativa.

Debido a esta importancia, se aporta la propuesta de elaborar un modelo de gestión para el mantenimiento de los pavimentos en las vías urbanas de Chiclayo, con gerencia de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

1.4. Metodología.

Nivel y tipo de investigación:

Nivel de investigación Descriptiva, y tipo de investigación es No Experimental.

Diseño de la investigación:

Diseño de Investigación de Campo.

El presente estudio es Descriptivo Correlacional y Transversal (se recolectarán datos en un momento único).

Alcance de investigación: Descriptivo.

No se genera conocimiento científico nuevo.

Enfoque: Corresponde al cualitativo.

Variables de estudio y operacionalización:

En la presente investigación, se ha identificado sólo una variable, la cual es “Alternativas de intervención” siendo ésta una variable cualitativa, puesto que, no puede ser medida sino descrita.

Población y Muestra.

Población:

Está representado por los pavimentos flexibles ubicados en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

Muestra:

Como muestras, tramos de avenidas y calles en las vías urbanas del Centro Histórico de Chiclayo.

Alcance del Estudio

Respecto al alcance del área de estudio, considera a pavimentos urbanos ubicados en las vías urbanas del Cercado de Chiclayo, siendo delimitando su alcance por los siguientes tramos representativos de éstas principales vías y calles del Cercado de Chiclayo, como son:

- 1.-Avenida Balta (Entre Av. Bolognesi y Parque Principal de Chiclayo).
- 2.-Calle Elías Aguirre (Entre Av. Balta y Av. José Leonardo Ortiz)
- 3.-Calle San José (Entre Av. José Leonardo Ortiz y Av. Balta).
- 4.-Calle Alfredo Lapoint (Entre Calle San José y Calle Vicente de la Vega), y otros.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de observación, que permitió la identificación y selección de tramos de estudio, que presentan fallas superficiales en la carpeta asfáltica.

Se aplicó la metodología PCI basado en la inspección visual a la condición actual de los pavimentos.

Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

La técnica de procesamiento y análisis de datos se desarrolló la Metodología PCI (Norma ASTM D6433-07) ⁽¹³⁾: y se realizó su proceso en dos aspectos:

- a) En Campo: Se recopilará información en el formato de recolección de datos en la zona de estudio, según el Método PCI, mediante el siguiente proceso, primero se ubica las fallas a lo largo del tramo seleccionado, luego, se identificarán según su tipo, severidad y cantidad, para finalmente obtener el total de fallas presentes en cada unidad de muestra.
- b) En Gabinete: Por cada unidad de muestra, se determinará la condición del pavimento según el siguiente proceso: Primero, se determinará el área de muestra, que contiene un ancho de carril y largo para cada muestra, luego se clasificarán y cuantificarán los tipos de fallas encontradas con su correspondiente nivel de severidad y cantidades respectivos. Una vez determinadas las fallas presentes en la Unidad de Muestreo, se calcularán la Densidad de cada tipo de Falla, la cual resulta de la división del metrado total del tipo de falla entre el área total de cada unidad de muestra. Luego, con los valores obtenidos de Densidad, se obtuvieron los Valores Deducidos de cada combinación de falla, según las Curvas correspondientes a Pavimentos Flexibles presentes en el Manual Pavement Condition Index (PCI). Se recurre al mismo procedimiento para poder hallar todos los Valores Deducidos de las fallas encontradas en cada Unidad de Muestra. Luego, se ordena de mayor a menor los valores deducidos, que siguiendo con la aplicación de este método, es necesario calcular el número máximo admisible de valores deducidos (m). Se determina el máximo valor deducido corregido (CDV) de forma iterativa, así como se determina el valor deducido total mediante la suma de los valores deducidos individuales. Luego, se remitirá al uso de curvas de corrección para pavimentos de asfalto, a fin de determinar el valor deducido corregido "CDV" a partir del valor deducido total y el valor de "q". A partir de estos gráficos, se obtiene el máximo valor deducido corregido para cada unidad de muestra, donde el CDV es un número a conocer, para proceder a calcular el índice de condición del pavimento PCI de la unidad de muestra, el cual se obtiene de la resta 100 con el máximo CDV. Y como paso final, según rangos de calificación del PCI, según el valor obtenido, se describirá la condición actual que presenta el pavimento analizado.
- c) Para análisis de datos, se utilizarán gráficas y cuadros que correlacionen los resultados obtenidos con sus cantidades y porcentajes, asimismo se mostrará en el capítulo respectivo, los resultados obtenidos y como resumen final, el de determinar las alternativas de intervención propuestas según los tipos de fallas encontradas en la vías en estudio.

(13): Norma ASTM D6433-07: (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index)

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de investigación

En este contexto, será necesario citar de manera muy general de aquellos proyectos de investigación similares al campo de la presente investigación, las mismas que son citadas a continuación, siendo éstas las siguientes:

Rodríguez V. (2009), señaló en su trabajo de investigación que tuvo como objetivo aplicar el método PCI para determinar el índice de condición de pavimento en la Av. Luis Montero, en la que mil treientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Asimismo, este trabajo de investigación, se realizó un diagnóstico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, con uso de la metodología PCI, según Norma ASTM 5340-98.

Timaná R. (2003), señaló en su trabajo de investigación, como sugerencia que la Av. Caracas, tenía un pavimento en estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Y esta condición del pavimento se debió gracias a las obras de reparación realizadas en el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento. La mayoría de fallas, fueron fallas del tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales.

2.2. Bases Teóricas

A continuación se establece la descripción teórica en el propio campo de interés, recurriendo a fuentes de información bibliográfica, acorde a temas con relación directa al objetivo e hipótesis de la investigación.

01.TEORIA DE LOS PAVIMENTOS

Definición de Pavimento

Es el conjunto de diversas capas propicias para recibir de manera directa las cargas del tránsito, estas cargas se transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento la cual posee varias características para tener como resultado un funcionamiento eficiente. Esta descansa sobre el terreno de fundación puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en los rellenos (capa de rodadura, base, sub-base, sub-rasante), además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza y, por consecuencia resultan los más económicos ⁽¹⁴⁾.

Las características que debe reunir un pavimento son ⁽¹⁵⁾:

- Resistir a las cargas impuestas por el tránsito.
- Resistir a los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura adecuada conforme la velocidad de diseño lo demande.
- Resistir al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe ser durable y económico.
- Debe tener un color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.
- Presentar buenas condiciones de drenaje.
- Debe controlar el ruido de rodadura.

Clasificación de los Pavimentos

Se ha clasificado a los pavimentos de forma general en dos tipos, por ser los más conocidos:

Pavimento Flexible, 2) Pavimento Rígido y 3) Pavimento Articulado.

En el presente trabajo, será analizado sólo los Pavimentos Flexibles.

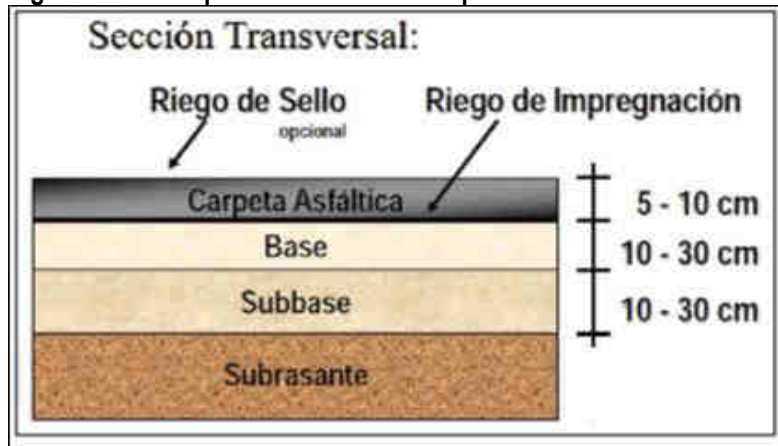
(14): (García Ana, 2012): "Concepto de Pavimento"

(15) :(Montejo Fonseca, 2006): "Ingeniería de Pavimentos para Carreteras"

Pavimento Flexibles

Se denominan así puesto que su estructura completa se deflexa con la variación de cargas que transitan sobre él, tienen un menor tiempo de vida útil que los pavimentos rígidos, pero resultan más económicos. Estos pavimentos se encuentran conformados desde la parte inferior a la superior por: una sub-rasante, una sub-base y/o base hidráulica estabilizada y la superficie de rodadura, la misma que puede ser: una carpeta de riegos, una carpeta de mezcla asfáltica elaborada en frío o en el lugar, o de mezcla caliente elaborada en planta, se las denomina también de concreto asfáltico ⁽¹⁶⁾

Figura N° 08: Esquema de la Sección Típica Transversal de un Pavimento Flexible ⁽¹⁷⁾



Fuente: (Vivar R., 1995).

Funciones de los pavimentos flexibles ⁽¹⁸⁾

Las funciones de los pavimentos flexibles, son:

- Proporcionar una superficie de rodamiento seguro, cómodo y de características permanentes ante las cargas del tránsito a lo largo del tiempo, vida de diseño, o ciclo de vida. Durante este período debe haber tan sólo algunas acciones esporádicas de conservación o mantenimientos locales, de poca magnitud en importancia y costo.
- Resistir las solicitaciones del tránsito previsto durante la vida de diseño, y distribuir las presiones verticales ejercidas por las cargas, de tal forma que sólo llegue a la capa subrasante una pequeña fracción compatible con su capacidad de resistencia. Las deformaciones recuperables que se produzcan tanto en la subrasante, como en las diferentes capas del pavimento, deberán ser admisibles sin dejar de tomar en cuenta la repetición de cargas y la resistencia a la fatiga de los materiales.
- Construir una estructura que resista los factores climatológicos, como son temperatura y agua, por ser los más adversos en el comportamiento del pavimento y de los suelos de cimentación.

FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

Aquí se exponen las diversas fallas (ver Figura N° 09) que se pueden dar en un pavimento flexible con sus respectivos niveles de severidad, como se deben medir y las opciones de reparación, estas fallas son las utilizadas en el método del PCI.

(16): Osuna Ruíz (2008): "Propuesta para la Implementación de un Sistema de Administración de Pavimentos"

(17): Vivar Romero (1995): "Diseño y Construcción de Pavimentos"

(18): Solminihac T. (2018): "Gestión de Infraestructura Vial"

Figura N° 09: Deterioros en la Textura Superficial de los Pavimentos ⁽¹⁹⁾

<p> TABLA 2.01 DETERIOROS EN LA TEXTURA SUPERFICIAL FALLAS EN LA TEXTURA SUPERFICIAL </p>	
NOMBRE DEL DETERIORO	DESCRIPCIÓN
FISURA EN BLOQUE	Gran cantidad de leves fisuras interconectadas que se asemejan a una red de caminos en un mapa, cuando son lo suficientemente anchas como para que el agua penetre en ellas pueden ocasionar daños adicionales en los ciclos de hielo-deshielo y facilitar la corrosión del acero de refuerzo.
DESGASTE SUPERFICIAL O PULIMIENTO DEL AGREGADO	Pulimiento de la superficie que resulta a partir de un intenso tráfico y que se manifiesta con la aparición del agregado grueso sin efectos estructurales dañinos.
AHUELLAMIENTO	Es la formación de depresiones longitudinales sobre la capa de rodamiento, usualmente tienen el ancho de la zona donde pasan las ruedas de los vehículos. Este efecto es generalmente causado por el paso del tráfico y el desplazamiento de la capa de rodamiento sobre la base debido a cargas muy altas. Otras causas probables son una inadecuada compactación durante la construcción o un diseño inapropiado de mezcla.
BACHES	Son huecos de tamaño variable en la capa de rodamiento, causados por la desintegración del concreto asfáltico, que es producida por un mal drenaje y agravado por las cargas del tráfico.
GRIETAS DE REFLEXIÓN	Aparecen en una sobrecapa debido a la presencia de juntas o grietas en una capa inferior, pueden ocurrir longitudinal o transversalmente en relación con la línea central de la rodadura.
GRIETAS DE BORDE	Aparecen en forma paralela a los bordes del pavimento y usualmente a 1 ó 2 pies dentro de los hombros. Se producen por un inadecuado soporte de los hombros.
<p>FUENTE: AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES</p>	

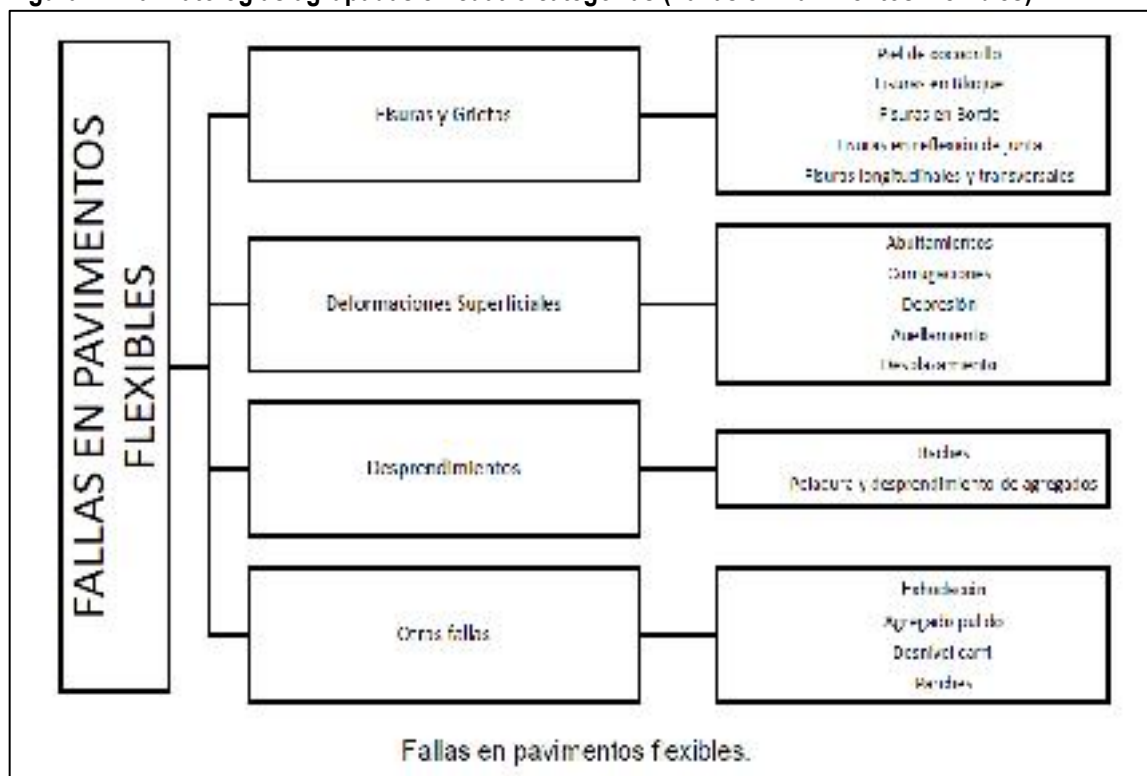
<p> TABLA 2.02 DETERIOROS EN LA TEXTURA SUPERFICIAL (CONTINUACIÓN) FALLAS EN LA TEXTURA SUPERFICIAL </p>	
NOMBRE DEL DETERIORO	DESCRIPCIÓN
PIEL DE COCODRILO	Grietas interconectadas formando una serie de pequeños polígonos que asemejan la piel de un lagarto. Son causadas por fatiga y un soporte inadecuado.
CORRUGACIÓN	Son ondulaciones transversales a intervalos regulares sobre la superficie del pavimento, afecta el confort de los usuarios y pueden ser poligonales en estado severo. Usualmente se producen debido al tráfico sobre mezclas inestables donde el contenido de finos o de asfalto es demasiado alto.
ENUBACIÓN	Condición causada por una concentración de asfalto sobre la superficie del pavimento a partir de una mezcla demasiado rica.
PULIMIENTO DEL AGREGADO	Este deterioro viene asociado a la circulación del tráfico pesado durante largo tiempo, debido al tipo de agregado usado en la mezcla.
DESINTEGRACIÓN	Pérdida de pequeñas partículas de agregado de la superficie de rodadura. Es provocada por una compactación inadecuada, una mezcla demasiado pobre, condiciones inadecuadas durante la construcción, etc.
<p>FUENTE: AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES</p>	

Fuente: AASHTO (1993)

(19): AASHTO (1993): American Association of State Highway and Transportation Officials , “Guide for Design of Pavement Structures”, U.S.A.

En los pavimentos flexibles, las patologías pueden ser agrupadas en cuatro categorías, como se aprecia en la figura (Figura N° 10)

Figura N° 10: Patologías agrupadas en cuatro categorías (Fallas en Pavimentos Flexibles) ⁽²⁰⁾



Fuente: Peñaloza Guillén y Calle Palomeque (2017).

Figura N° 11: Resumen de Fallas en Pavimentos Flexibles (agrupadas en 04 categorías)



Fuente: Rodríguez Velásquez (2009).

(20): Peñaloza Guillén Steeven y Calle Palomeque Ginna (2017). "Sistema de Gestión Sostenible de Pavimentos Aplicado a las Vías y Parqueaderos de la Universidad de Cuenca" - Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

(21): FHWA, Federal Highway Administration , U.S. Department of Transportation Publication Number FHWA – RD -03-088. "Information Management System and Pavement Performance Database User Reference Guide"

MANTENIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS

Según la **Federal Highway Administration (FHWA)**⁽²¹⁾, el mantenimiento de los pavimentos puede definirse como la función de preservar, reparar y restaurar dicha estructura para conservarla en condiciones de uso seguro, conveniente y económico; de tal manera que su tiempo de servicio se prolongue el tiempo requerido y con la calidad adecuada. Es importante realizar los programas de mantenimiento de los pavimentos, diseñados de manera que compensan los efectos del clima, vandalismos, crecimientos orgánicos, desgaste y daños provocados por el tránsito, así como el deterioro debido a efectos del envejecimiento, fallas de los materiales, fallas en la construcción y diseño, siendo éstas las siguientes:

a) Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario de los pavimentos comprende a un conjunto de actividades que es necesario realizar con cierta frecuencia para que la carretera, mantenga un nivel de servicio entre regular y bueno.

b) Mantenimiento Periódico

El mantenimiento periódico está formado por aquellas obras de conservación que son programadas con una frecuencia mayor a un año.

c) Refuerzo y Rehabilitación

Los trabajos de refuerzo de capa de rodadura no son considerados como un mantenimiento. En un esquema sano de conservación, el pavimento debe reforzarse al inicio de la etapa de deterioro acelerado, período en el cual la condición del pavimento se torna crítica.

02. TEORIA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Se conoce que la evaluación de la infraestructura permitirá diagnosticar los problemas pasados, presentes o futuros y dar una solución a estos. En temas específicos de pavimentos, sirve para tener una idea y poder comparar el estado de deterioro tanto funcional como estructural de estos. Éste es un proceso sistemático de toma de datos de campo que son sintetizados en indicadores o índices estandarizados por agencias de estudio de los pavimentos como es la **American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)**, de modo que luego de un análisis de la condición actual del pavimento, es decir, un diagnóstico del deterioro del pavimento, se trata mejorar su estado a través de técnicas de rehabilitación. La evaluación del estado de un pavimento se realiza mediante técnicas que sean capaces de caracterizar la condición tanto funcional como estructural de un pavimento.

Evaluación Funcional del Pavimento

Según **Thenoux & Gaete (1995)**, señala que la evaluación funcional del pavimento es indispensable para poder brindar un servicio adecuado a los usuarios, el objetivo de ésta es determinar el estado superficial del pavimento. Todo pavimento durante su vida útil debe cumplir con condiciones que garanticen a los usuarios tanto en seguridad como confort. Tal como se mencionó anteriormente, existen indicadores o parámetros del estado del pavimento como son el IRI, PSI y PCI, que permiten conocer las condiciones superficiales de éste.

Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Este indicador procede de la Norma **ASTM-D6433-03**⁽²²⁾ y **ASTM-D6433-07**⁽²³⁾, que consigna un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento” más conocido como el “**Método PCI**” (**Pavement Condition Index**).

Según **Sierra Díaz y Rivas Quintero (2016)**, esta técnica se fundamenta en inspecciones visuales por medio de las cuales se determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas sofisticadas más allá de conocimientos de distintos tipos de patologías y de un formulario de inspección visual. El índice de condición del pavimento se constituye en la metodología más completa para conocer el comportamiento y calificar de manera objetiva el pavimento, sean estos flexibles o rígidos.

Por estas razones y por los bajos costos que demanda, este método, se lo ha elegido para la evaluación de los pavimentos en el desarrollo de este trabajo de investigación.

(22) ASTM D6433-03: Norma “Procedimiento Estándar para la Inspección del índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos”, 2003, Washington D.C., USA.

(23): ASTM D6433-07: Norma “Standard Practice for Roads and Parking Lots, Pavment Condition Index Survyes”, 2007, Washington, USA.

Dentro del campo de evaluación de pavimentos, como se ha mencionado anteriormente existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las fallas estructurales afectan de manera directa al rendimiento del paquete estructural del pavimento, disminuyen la cohesión entre capas y la respuesta estructural frente a cargas externas. Las fallas funcionales generan un deterioro en la calidad de la superficie de rodadura del pavimento, así como la estética de la vía. Por lo que la serviciabilidad o confort de la vía es afectada en mayor medida por las fallas funcionales.

Figura N° 12: Escala de condición de pavimentos, según PCI (24)

Nivel de Daño (USA)	Nivel de Daño (PER)	Estándar PCI Rating	Suggested Colors
Good	Excelente	100	Dark Green
Satisfactory	Muy Bueno	85	Light Green
Fair	Bueno	70	Yellow
Poor	Regular	55	Light Red
Very Poor	Malo	40	Medium Red
Serious	Muy Malo	25	Dark Red
Failed	Fallado	10	Dark Grey

Fuente: Norma ASTM D6433-07

Figura N° 13: Correlación de Categoría de acción con un Rango del PCI.

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Fuente: Sotil Chávez A. (2014).

Evaluación Estructural del Pavimento

Según **Thenoux & Gaete (1995)**, el principal objetivo de la evaluación estructural del pavimento es analizar la capacidad portante del sistema pavimento y sub-rasante, ya que la falta de capacidad estructural en el pavimento provoca un deterioro, el mismo que se relaciona con la aparición de grietas y deformaciones. Un ejemplo de uso común, es el **Falling Weight Deflectometer (FWD)**.

(24) Norma ASTM D6433-07: Norma "Procedimiento Estándar para la Inspección del índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos", 2003, Washington D.C., USA.

Falling Weight Deflectometer “Deflectómetro de Impacto” (FWD)

Este ensayo de impacto es un método no destructivo, evalúa la capacidad estructural de un pavimento al simular el comportamiento de este frente al tránsito de vehículos pesados, analizando el parámetro de la deflexión. Este equipo aplica una carga de impacto en la superficie del pavimento, dando así como resultado el cuenco de deformaciones del mismo, generado por la deformación en los 9 geófonos que el equipo posee. Este equipo y método en sí, es útil en cualquier tipo de pavimento.

Ensayo de Deflexiones con Uso de Viga Benkelman

En caso de ensayos no destructivos, el ensayo de deflexiones con uso de Viga Benkelman, es útil para la determinación de curvas de deflexiones, que permiten obtener la medición de la deflexión máxima y la deflexión a 25 cm. En el Perú, año 2004, el MTC realizó el primer inventario de la red vial nacional, en donde se utilizó el deflectómetro de impacto, y con uso alternativo de la Viga Benkelman.

Las deflexiones forman parte del estudio de pavimentos, ellas encierran valiosa información de la respuesta del sistema pavimento-subrasante a consecuencia de la acción de cargas móviles y/o estáticas. Su medición y evaluación ayudan a descubrir fallas y carencias estructurales, de esta manera permite tomar decisiones de las necesidades de mantenimiento o reconstrucción de los pavimentos.

La medida de deflexiones empleando la viga Benkelman se encuentra estandarizado de acuerdo al Manual de Carreteras: Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC, E-1002). Este Ensayo No Destructivo, se basa en las normas de la ASTM D-4695 (Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements).

Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Parámetro mediante el cual se determina la regularidad superficial de una vía para la circulación de los vehículos; con este indicador se evalúa funcionalmente si las condiciones de confort y seguridad son las adecuadas para los usuarios de las carreteras. La regularidad implica la variación en la elevación superficial de la vía que induce adversamente a la calidad de rodadura, seguridad y costos de operación del vehículo.

El IRI se basa en un modelo matemático que calcula el movimiento acumulado en la suspensión de un vehículo de pasajero típico, al recorrer una superficie del camino a una velocidad de 80 Km/h, la obtención de este indicador se hace a través de cualquier equipo de medición de la rugosidad de un pavimento y las unidades con la que se expresan, pueden ser mm/m, m/m, entre otras.

En la **Figura N° 15**, se presenta una escala de valores del IRI, que depende de las características del pavimento (Morales, 2013).

Rugosidad del pavimento

El grado de irregularidad longitudinal del pavimento influye en el nivel de comodidad y tiempo de transporte de los usuarios que transitan por la vía, así como en los costos de operación vehicular.

En la **Figura N° 14**, se presentan los rangos de variación del IRI en diversos países, y en el caso de nuestro país, se han fijado valores del IRI para vías pavimentadas como lo señala el Manual de Conservación de la Red Vial Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú (MTC, 2007).

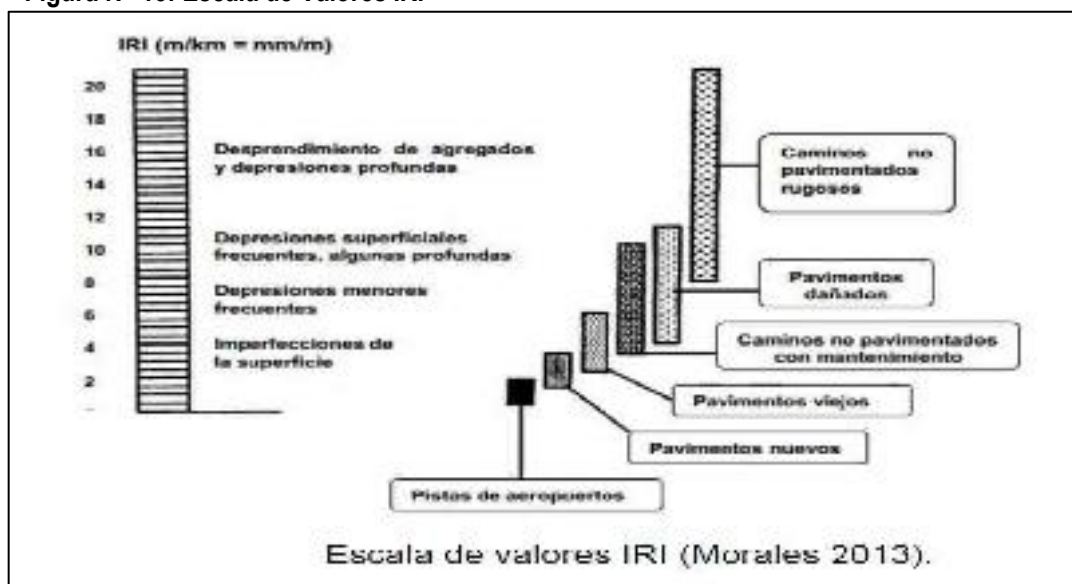
Figura N° 14: Rangos Típicos del IRI en Pavimento Asfáltico ⁽²⁵⁾

RANGOS TÍPICOS DEL IRI EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				
Condición de la carretera	CHILE	HONDURAS	URUGUAY	PERÚ
Bueno	< 3 m/Km	< 3.5	< 3.9	< 2.8
Regular	3 a 4	3.5 a 6	4 a 4.6	2.8 a 4.0
Malo	> 4	> 6	> 4.6	4.0 a 5.0
Muy Malo				> 5

Fuente: Morales C. (2013).

(25): Morales, C. (2013) “Construcción y Conservación de Vías”

Figura N° 15: Escala de Valores IRI ⁽²⁵⁾



Fuente: Morales C. (2013).

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Según la **American Association of State Highway Officials (AASHO)**, el concepto de “serviciabilidad” es definida en relación al propósito de un pavimento construido, esto es, proveer un viaje confortable, seguro y suave a los usuarios.

Figura N° 16: Equivalencia entre Serviciabilidad y el IRI

Equivalencia entre Serviciabilidad y el IRI		
Serviciabilidad P	Descripción	Rugosidad IRI
0-1	Muy malo	∞-9
1-2	Malo	9-5
2-3	Regular	5-3
3-4	Bueno	3-1
4-5	Muy bueno	1-0

Fuente: Adaptación del AASHO (1962)

Serviciabilidad de los Pavimentos ⁽²⁶⁾

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHTO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la **Figura N° 17**, se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma **AASHTO**.

(25): Morales, C. (2013) “Construcción y Conservación de Vías”, 2° Ed. Bogotá, Colombia.

(26): Barrantes Jiménez Roy, Gustavo Badilla Vargas y Denia Sibaja Obando (2011)

“Definición de Rangos para la Clasificación Estructural y Funcional de la Red Vial Nacional de Costa Rica”

Figura N° 17: Rangos y valores característicos del IRI en función del PSI ⁽²⁷⁾

Pavimentos flexibles Modelo de (AASHO)			Pavimentos rígidos Modelo (AASHO)			Calificación	Descripción AASHO
Valores de PSI	Valores de IRI	Rangos de IRI	Valores de PSI	Valores de IRI	Rangos de IRI		
5,0	0,0	0-1,0	5,0	0	0-1,4	Muy buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección, normalmente se clasificaría como buenos.
4,2	0,8		4,5	0,97			
4,0	1,0		4,0	1,4			
3,0	1,9	1,0-1,9	3,0	2,3	1,4-2,3	Buena	Los pavimentos de esta categoría si bien no son tan buenos como los "Muy buenos", entregan un manejo de primera clase o muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
2,5	2,6	1,9-3,6	2,5	2,9	2,3-3,6	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a los de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales pueden incluir ahuecamiento, parches agrietamientos. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.
2,0	3,6		2,0	3,6			
1,5	4,9	3,6-6,4	1,5	4,6	3,6-6,0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos libres pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamientos, ahuecimientos y ocurre en un 50 % o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye deszonches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1,0	6,4		1,0	6,0			
0,0	9,5	6,4-10,4	0,0	11,2	6,0-10,4	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos pueden pasar a velocidades reducidas y considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Fuente: Barrantes Jiménez, Badilla Vargas y Sibaja Obando (2011).

(27): Barrantes Jiménez Roy, Gustavo Badilla Vargas y Denia Sibaja Obando (2011)

"Definición de Rangos para la Clasificación Estructural y Funcional de la Red Vial Nacional de Costa Rica"

03.- TEORIA DE LA GESTIÓN

Según **Ena B., Delgado S., y Ena T. (2008)**, cita que el concepto de gestión “es un conjunto de acciones orientadas al logro de los objetivos de una institución, a través del cumplimiento y la óptima aplicación del proceso administrativo: planear, organizar, dirigir y controlar”.

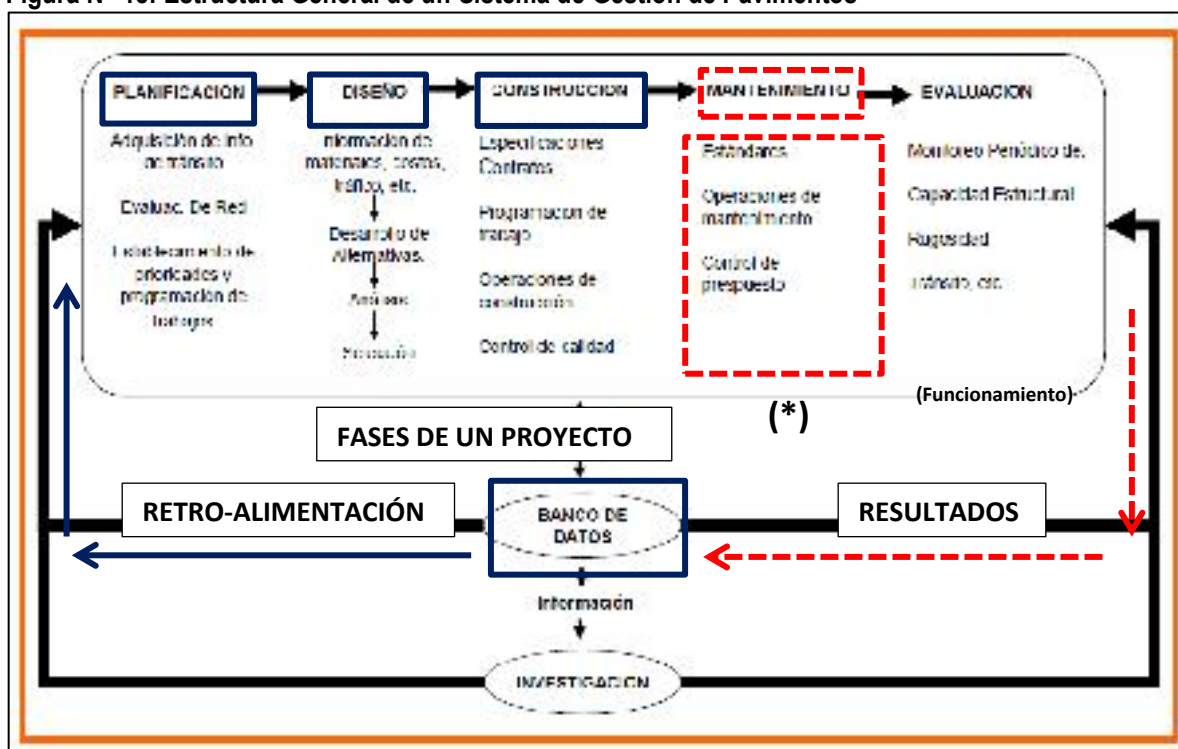
Concepto de Gestión de Pavimentos

Según **Hudson W.R. (1987)**, indica que “la gestión de pavimentos es un proceso global, que incluye todas aquellas actividades involucradas en proporcionar caminos, entre las que se cuentan: adquisición de información inicial, planificación y programación de mantenimiento, rehabilitación y nueva construcción, diseño de detalles de proyectos individuales y de seguimiento periódico de pavimentos existentes. La gestión identifica las mejores estrategias priorizándolas para su implementación”.

Para **Haas R., (2015)**, señala que “su objetivo básico, es usar información segura y consistente para desarrollar criterios de decisión, otorgar alternativas realistas y contribuir a la eficiencia en la toma de decisiones”

La **Figura N° 18**, representa la estructura general de un sistema de gestión de pavimentos, en la cual se puede identificar la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento, la evaluación, la base de datos, y la investigación. A continuación se detallan las siguientes:

Figura N° 18: Estructura General de un Sistema de Gestión de Pavimentos



Fuente: AASHTO (1990) “Guidelines for Pavement Management Systems”

(*): Gestión del mantenimiento para pavimentos urbanos

Estructura del Sistema de Gestión de Pavimentos según FHWA

Según la **Federal Highway Administration – FHWA (2003)**, un sistema de gestión de pavimentos está formado por los siguientes componentes:

a) Inventario de la Red

En éste se encuentran definidas características de la red de caminos y sus tramos componentes. Contiene información permanente de las rutas, como por ejemplo: su clasificación, longitud, tipo de pavimento, ancho y número de carriles, características planimétricas, y altimétricas, tipo y espesor de capas del pavimento, características físicas de los materiales de las capas, tipo de drenaje, historial de construcción y mantenimiento, factores climáticos (temperatura, precipitaciones, etc.), y las características del tránsito (TPDA, ESAL, etc.).

b) Condición de los Pavimentos

Define la calidad del pavimento con base en diversos indicadores, con el objetivo de conocer su situación real y evaluar así la condición o estado de éste. Los indicadores o parámetros básicos son los siguientes: deterioros superficiales en el pavimento que influyen sobre la circulación, calidad de la rodadura (rugosidad), capacidad estructural, textura superficial.

c) Estrategias de mantenimiento

Son los tipos de acciones de mantenimiento y rehabilitación que usa el organismo administrador de la red vial, de acuerdo al estado de los pavimentos. Estas acciones están definidas por la FHWA, y son las siguientes:

- **No acción:** Se refiere a pavimentos en excelente estado, es decir, recientemente construidos.
- **Mantenimiento de Rutina:** Este conserva el pavimento en buen estado general, se encarga de problemas localizados como sellado de grietas o bacheos; así como de operaciones de limpieza de drenajes, hombros (bermas) y taludes.
- **Mantenimiento Periódico:** Contrarresta el deterioro antes que sea significativo, mediante actividades como lechadas asfálticas y sellos superficiales (en pavimentos bituminosos), reparaciones de espesor parcial o total, restauración de transferencia de carga y cepillado (en pavimentos de concreto).
- **Rehabilitación:** Se aplica cuando el pavimento alcanza una condición entre regular y mala, y comprende actividades de refuerzo.
- **Reconstrucción:** Puede hacerse un reemplazo total o parcial del pavimento. Además, incluye otras mejoras como realineamiento, ensanchamiento, etc.

d) Necesidades de la Red

Su determinación implica un análisis de la condición de los pavimentos para determinar las acciones de mantenimiento, rehabilitación o construcción que debería ejecutarse. Se selecciona la estrategia de conservación más apropiada para cada tramo, tomando como base el estudio de su condición.

Los factores que definen las necesidades de la red son: condición (serviciabilidad, capacidad estructural, índices de deterioro), tránsito, clasificación del camino, factores políticos, y seguridad.

e) Priorización de Obras

Define los factores que determinan la secuencia que seguirá la realización de diferentes proyectos en un período determinado, es imprescindible cuando hay restricciones presupuestarias en un proceso de selección de proyectos. Los criterios de priorización pueden ser los siguientes: índices Individuales de Deterioro (grietas, baches, rugosidad), Índice Combinado de Deterioro (función de varios índices), o por Análisis de Beneficio/Costo o Costo-Efectividad.

f) Programación de trabajo

Una vez generado el listado de proyectos a ejecutar, debe definirse un programa de actividades que refleje los tratamientos que se aplicarán a los pavimentos y el tiempo en que éstos se ejecutarán.

g) Presupuesto

Define las necesidades anuales de financiamiento a lo largo del periodo de análisis. Al igual que en cualquier planificación de proyectos, es indispensable que sea elaborado considerando todas las variables que afectarán los costos de las obras de mantenimiento o construcción de los pavimentos.

h) Ejecución de Obras y retroalimentación

Es la evaluación de los resultados obtenidos luego de una construcción o de la realización de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación. Este proceso sirve para lograr un mejoramiento continuo en los programas de conservación, de manera que cada vez, se brinde caminos con mejores niveles de serviciabilidad a los usuarios, al mismo tiempo que se logra disminuir costos para el administrador vial.

04.- TEORIA DE INGENIERÍA DE TRANSITO

El Reglamento Vial Urbano constituye el instrumento legal para la aplicación de las propuestas técnicas normativas para regular y jerarquizar las vías dentro del marco nacional y urbano, que permitan crear un sistema articulado y continuo tanto al interior de la ciudad, como en su área de influencia metropolitana.

SISTEMA VIAL URBANO ⁽²⁸⁾

Según Reglamento del Sistema Vial Urbano parte del Plan de Desarrollo Urbano de Chiclayo Metrópoli (2011-2016), el Sistema Vial se conforma en una serie de diversas categorías, así tenemos:

01.-VIAS NACIONAL/REGIONAL, son aquellas vías que nos articulan a nivel nacional, de las existentes se tienen a la Carretera Panamericana Norte – Tramo Vía de Evitamiento actual –Carretera Panamericana Sur. Como ejemplo (proyecto en ejecución), la Autopista del Sol, ubicado al lado Oeste de la ciudad de Chiclayo.

02.- VIAS INTER PROVINCIAL, son aquellas vías que se articulan con las provincias de Ferreñafe y Lambayeque. Así tenemos, por ejemplo a la Carretera a Ferreñafe, inicia Tramo Av. Agricultura e intersección vial Av. A.B. Leguía.

03.-VIAS INTER DISTRITAL/METROPOLITANO, determinadas por aquellas vías de primer orden que integra la Metrópoli hacia los distritos de Pomalca, Monsefú, Reque y Puerto Etén. En el caso de las de segunda orden, conectan a los distritos de Santa Rosa, Ciudad Eten y San José.

04.-VIAS URBANAS, determinadas por las vías locales que comprende la zona urbana del distrito de Chiclayo, materia del presente trabajo de investigación.

JERARQUIA Y CARACTERIZACIÓN DE VIAS

En la organización y funcionamiento del Sistema Vial Urbano para Chiclayo y su área de influencia, se ha categorizado y jerarquizado de acuerdo a su función en el área urbana, definido en el Plano del Sistema Vial Metropolitano y sus correspondientes secciones viales.

- a) Vías Expresas
- b) Vías Arteriales
- c) Vías Colectoras
- d) Vías Principales
- e) Vías Locales

VÍAS EXPRESAS, están compuestas por las vías nacionales, interprovinciales e interdistritales, que fueron identificadas en los párrafos anteriores, y cuyas secciones son desde 60 metros lineales a más.

VÍAS ARTERIALES, presentan secciones de 50 metros lineales, estas vías se dotarán de vías laterales del tipo local, a efecto de dar servicio a las propiedades adyacentes.

En zonas multifamiliares y comerciales, las vías arteriales se ampliarán lo necesario para tener una zona de estacionamiento y veredas, con accesos por las vías laterales de tipo local, de dimensiones recomendadas de 6.00 ml y 3.00 ml respectivamente.

Para el caso de Chiclayo, estas vías cumplen una función de circunvalación, caracterizadas por anillos que rodean a la ciudad e integran el sistema urbano metropolitano asentado en vías con una tendencia desplazada hacia el Oeste, determinando así tres niveles de anillos viales en progresión a su expansión urbana; citándose el Anillo Vial 01, Anillo Vial 02 y Anillo Vial 03, propuestas elaboradas en el Plan de Desarrollo Urbano de Chiclayo Metropolitano.

ANILLOS VIALES METROPOLITANOS PROPUESTOS POR EL PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CHICLAYO METROPOLITANO ⁽³¹⁾

Se proyectan tres (03) anillos viales, que permitan la articulación y el rápido desplazamiento en la ciudad de Chiclayo, sin necesidad de atravesar el centro de la ciudad, marcando la consolidación y desarrollo de las urbanizaciones en el núcleo del sistema metropolitano.

(28): Reglamento del Sistema Vial Urbano del Plan de Desarrollo Urbano de Chiclayo Metrópoli (2011-2016)

ANILLO VIAL N° 03, se propone una continuidad en el tránsito vehicular conectándola con las vías de orden interprovincial e interdistrital, para definir su trazo se ha tomado los canales y drenes existentes. Propuesto para un horizonte de 10 años. Las vías que conforman este anillo son:

- Al Sur intersección de Carretera Panamericana Sur y Dren FAP.
- Dren FAP (canal Tcnope) intersección carretera a Pomalca.
- Canal Tcnope, intersección con Vía Colectora.
- Intersección Vía Colectora y carretera a Ferreñafe.
- Acequia Chilape, hasta interceptarse con Dren 3700.
- Dren 3700 con intersección carretera Panamericana Norte
- Intersección carretera Panamericana Norte continúa al Oeste por el Dren 3000.
- Intersección Dren 3000 carretera a San José, pasa por la vía lado Oeste de la Habilitación Urbana La Ensenada, y se prolonga hacia por el borde del límite de la expansión urbana de Pimentel.
- Al Sur en la intersección del canal Tcnope y Dren 400, prolongándose hacia el lado Oeste hasta la intersección con la Autopista del Sol, continuando en el trazo del Dren hasta la inflexión en la coordenada X=623192.40, Y=9245765.81; subiendo al Norte hasta interceptarse con el límite distrital de Pimentel.

ANILLO VIAL N° 02, determinado por las vía existentes que articulan el sector central de la ciudad con la expansión urbana del lado Oeste. Propuesto para un horizonte de 05 años. Las vías de este anillo son:

- Av. Leguía lado Este hasta la intersección con Av. Independencia.
- Al sur intersección Av. Independencia con Av. Fitzcarrald.
- Intersección Av. Fitzcarrald con Carretera Panamericana Sur hasta el lado Oeste de la Av. Chinchaysuyo.
- Prolongación Oeste de la Av. Chinchaysuyo, Dren 3100 hasta la intersección con Anillo Vial N° 03.
- El último tramo al Norte coincide con el Anillo Vial N° 03.

ANILLO VIAL N° 01, determinado por las vías existentes que bordea los tres distritos. Propuesto para un horizonte a 03 años. Las vías que conforman este anillo son:

- Al Norte con Av. Chiclayo.
- Intersección Av. Chiclayo con Carretera a Ferreñafe, calle NN 858 y continúa Av. Mesones Muro y Av. Fitzcarrald.
- Intersección Av. Fitzcarrald y carretera Panamericana Sur hasta la intersección con Av. Gran Chimú.
- Av. Gran Chimú, Vía de Evitamiento hasta intersección con Dren 3000 y continúa al lado Este hasta la Carretera Panamericana Norte.

VÍAS PRINCIPALES

Son aquellas vías que por su posición, escala, magnitud y continuidad en el sistema vial urbano de la ciudad de Chiclayo, se interrelacionan con las Vías Colectoras formando circuitos viales, además de prestar servicios a las propiedades adyacentes.

AVENIDAS CON ORIENTACION ESTE - OESTE

Estas vías (vías principales) presentan secciones a partir de 15.00 a 42.00 metros lineales, sobre la que se desarrolla diferentes niveles de uso comercial.

- Av. Chiclayo hasta la Carretera Panamericana Norte
- Av. México
- Av. Venezuela hasta Carretera Panamericana Norte
- Av. Augusto B. Leguía - Av. Los Tréboles - Av. Belaúnde Terry
- Av. El Dorado
- Av. Oriente - Av. Pedro Ruiz
- Av. Francisco Bolognesi
- Av. Garcilaso de la Vega hasta Av. Grau
- Av. Chinchaysuyo hasta Av. Colectora
- Av. Las Américas hasta Av. Cieza de León
- Av. Elías Aguirre - Av. Salaverry - Av. Juan Tomis Stack - Carretera a Pimentel

AVENIDAS CON ORIENTACION NORTE – SUR ⁽²⁹⁾

Estas vías presentan secciones a partir de 18.00 a 42.00 metros lineales, sobre la que se desarrolla algún tipo de uso comercial.

- Av. Víctor Raúl Haya de la Torre - Av. Sáenz Peña - Av. San Martín
- Av. Balta hasta Av. Garcilaso de la Vega
- Av. Luis Gonzáles - Av. Sesquicentenario - Av. Los Incas
- Av. Lora y Lora - Av. J. Leonardo Ortiz - Av. Bolognesi, cuadra 02 - Av. Grau y su prolongación.
- Av. Zarumilla - Av. Juan Tomis Stack cuadras 07 y 08 - Av. El Carmen, cuadra 01 - Av. Pedro - Cieza de León.
- Av. Jorge Chávez - Av. Fitzcarrald
- Av. Mariano Cornejo
- Av. La Despensa
- Av. Cajamarca - Prolongación Av. Cajamarca - Av. Colectora

VÍAS COLECTORAS ⁽²⁹⁾

Son aquellas que tienen como función principal articular transversalmente y longitudinalmente con los anillos viales del ámbito urbano de la ciudad de Chiclayo. Se consideran las siguientes vías:

Av. Venezuela, Av. México, Calle Elías Aguirre, Av. Santiago Salaverry, Av. Juan Tomis Stack, Av. Bolognesi hasta la intersección de la Carretera Pimentel, Av. Balta, Av. Sáenz Peña, Av. Agricultura, Av. Miguel Grau, Av. Luis Gonzáles, Av. Sesquicentenario, Av. Los Incas, Av. José María Escrivá de Balaguer y Av. A. B. Leguía.

VÍAS LOCALES ⁽²⁹⁾

Son aquellas vías producto de los procesos de habilitación en las zonas urbanas consolidadas, de expansión o de reserva urbana, las mismas que deberán coordinarse con la estructuración del Sistema Vial Metropolitano del Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano y del Reglamento Nacional de Edificaciones. Son aquellas cuya función es proveer acceso a los predios en zonas urbanas consolidadas.

Asimismo, se opta por presentar la categorización del tránsito en función al IMD vehicular, acorde a las normas nacionales vigentes:

Tabla N° 02: Categorización de tránsito en función al IMD vehicular

Clase de Tránsito (Tipo de Demanda)	Límite Inferior	Límite Superior	Tipo de Vía
I (Carretera de 3° Clase)	0	150	Trocha
II (Carretera de 3° Clase)	151	400	Trocha
III (Carretera de 2° Clase)	401	1000	Vía Local
IV (Carretera de 2° Clase)	1001	2000	Vía Colectora
V (Carretera de 1° Clase)	2001	A más	Vía Arterial

Fuente: MTC (2014), Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2014- Perú

Tabla N° 03: Clasificación del tráfico en función al IMD vehicular

Clase de Tráfico	IMD (índice medio diario)
Liviano	Menos de 50
Mediano	De 51 a 200
Pesado	De 201 a 1000
Muy Pesado	Más de 1000

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2014- Perú

(29): Municipalidad Provincial de Chiclayo (2012). Proyecto “Modernización de la Gestión del Desarrollo Urbano de la Provincia de Chiclayo” (2011-2016). Componente N° 01: Plan de Desarrollo Urbano, ítem Reglamento para el Sistema Vial Urbano. Elaborado por la Municipalidad Provincial de Chiclayo, el año 2012.

CONDICIONES DE DISEÑO DE LAS VÍAS

Con respecto a las condiciones de diseño, las Secciones Viales Normativas establecidas para las vías de la ciudad de Chiclayo, forman parte del Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano 2011-2016, se detallan:

Figura N° 19: Esquema de Parámetros de Diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas ⁽³⁰⁾

Atributos y Restricciones	Vías Expresas	Vías Arteriales	Vías Colectoras	Vías Locales
Velocidad de diseño	Entre 80 y 100 Km/hora. Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 138 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente.	Entre 50 y 80 km/hora. Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente.	Entre 40 y 60 km/hora. Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente	Entre 30 y 40 km/hora. Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan sólo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el área central de la Ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras, deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales, y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido.	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles. Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles. Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles. Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con Paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deberá desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido.
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del Reglamento Nacional de Tránsito vigente.

Fuente: MPCH, Plan de Desarrollo Urbano Chiclayo Metrópoli (2012)

(30): Municipalidad Provincial de Chiclayo (2012). Proyecto "Modernización de la Gestión del Desarrollo Urbano de la Provincia de Chiclayo" (2011-2016). Componente N° 01: Plan de Desarrollo Urbano, ítem Reglamento para el Sistema Vial Urbano. Elaborado por la Municipalidad Provincial de Chiclayo, el año 2012.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo, se realiza la presentación de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método PCI, y se muestran las alternativas de intervención propuestas para mejorar las condiciones de servicio que actualmente ofertan los pavimentos en los tramos de vías urbanas del Cercado de Chiclayo. Se inicia realizando la identificación de todas las fallas existentes y luego, mediante el uso de gráficos y tablas, se analizan las fallas con mayor incidencia en función a su severidad y ubicación respectiva. En segundo lugar, se presentan los valores calculados del PCI para las diferentes unidades de muestras analizadas, como para las secciones de vías urbanas seleccionadas para su análisis; y en tercer lugar, se presenta una matriz consolidada con las alternativas de intervención propuestas en función a las fallas incidentes que se identificaron anteriormente, al valor del PCI que está asociada al tipo de intervención requerido para mejorar la conservación de la vía urbana.

3.1.- Análisis y Discusión de los Resultados

Evaluación de las Fallas en el Cercado Urbano de Chiclayo

Se ha optado por consignar las fallas más comunes presentadas en 25 unidades de muestreo en las vías urbanas del Cercado Urbano del Distrito de Chiclayo, y en las cuales serán descritos a continuación:

3.1.1.- Fallas Existentes

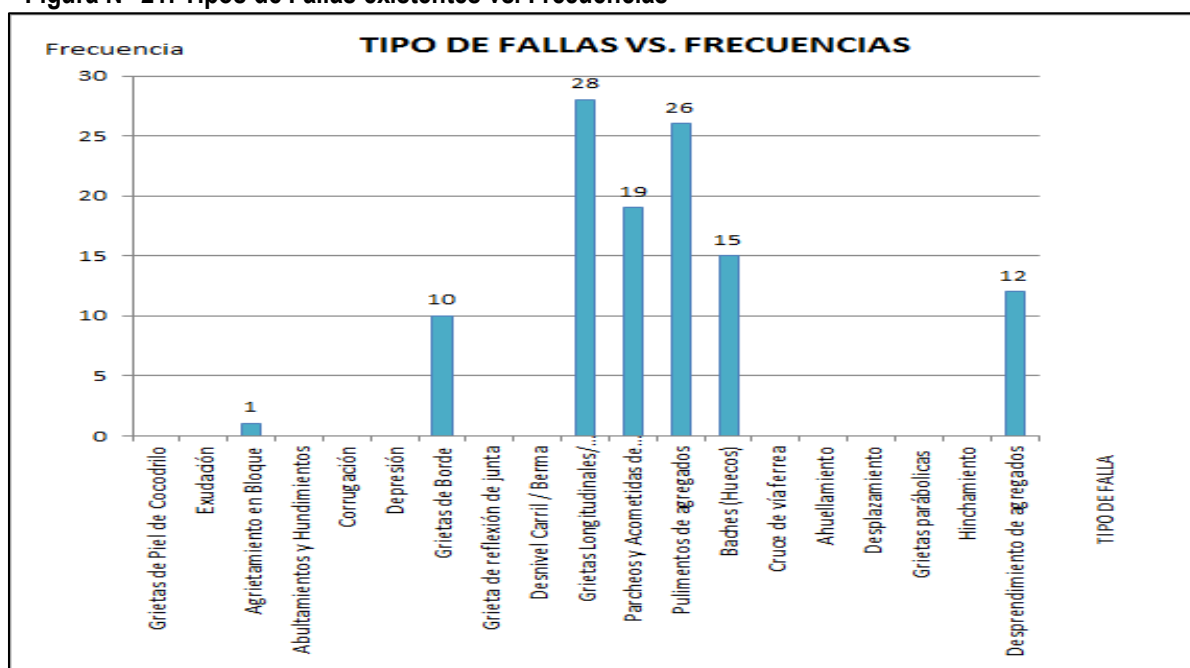
El método PCI define en total los 19 tipos de fallas para el análisis. En la Figura N° 20, se muestran las cantidades registradas por unidad de medida según los tipos de fallas encontradas, y en la Figura N° 47, se representan las frecuencias o número de veces encontradas para las diferentes tipos de fallas.

Figura N° 20: Cantidad y Frecuencia por tipo de fallas existentes

Fallas Existentes según su Tipo				
Falla N° (según PCI)	Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles	Undad	Cantidad	Frecuencia
1	Grietas de Piel de Cocodrilo	m2	0.00	0
2	Exudación	m2	0.00	0
3	Agrietamiento en Bloque	m2	2.76	1
4	Abultamientos y Hundimientos	m	0.00	0
5	Corrugación	m2	0.00	0
6	Depresión	m2	0.00	0
7	Grietas de Borde	m	268.00	10
8	Grieta de reflexión de junta	m	0.00	0
9	Desnivel Carril / Berma	m	0.00	0
10	Grietas Longitudinales/ Transversales	m	757.20	28
11	Parcheos y Acometidas de Servicios	m2	314.10	19
12	Pulimentos de agregados	m2	2544.77	26
13	Baches (Huecos)	und	42.00	15
14	Cruce de vía ferrea	m2	0.00	0
15	Ahuellamiento	m2	0.00	0
16	Desplazamiento	m2	0.00	0
17	Grietas parabólicas	m2	0.00	0
18	Hinchamiento	m2	0.00	0
19	Desprendimiento de agregados	m2	768.35	12
TOTAL				111

Fuente: Elaboración propia

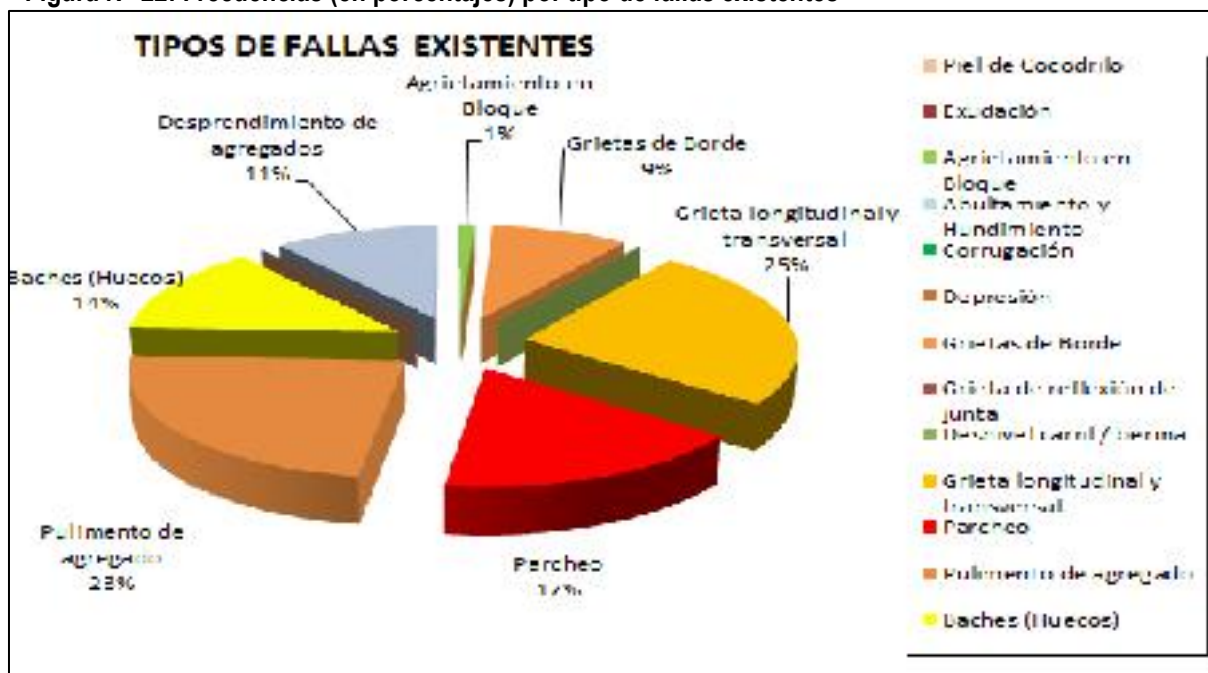
Figura N° 21: Tipos de Fallas existentes vs. Frecuencias



Fuente: Elaboración propia

La cantidad que presenta cada tipo de falla se registra en función a la unidad de medida que indica el método PCI, pudiendo contabilizarse por unidades (unidad), metros cuadrados (m²) y metros lineales (m). Los resultados muestran que las unidades de muestreo en estudio presentan solo siete (07) tipos de fallas existentes del total de diecinueve (19) que plantea el método utilizado, quedando doce (12) tipos sin haber sido identificadas ni registradas para las unidades de muestreo.

Figura N° 22: Frecuencias (en porcentajes) por tipo de fallas existentes



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.-Fallas Incidentes

Debido a que el total de fallas existentes se clasifican en solo siete (07) tipos y considerando que la propuesta de intervención, presentada posteriormente en el ítem 3.3, debe realizarse en función a cada falla, se decidió considerar a las 07 tipos de fallas existentes como fallas incidentes.

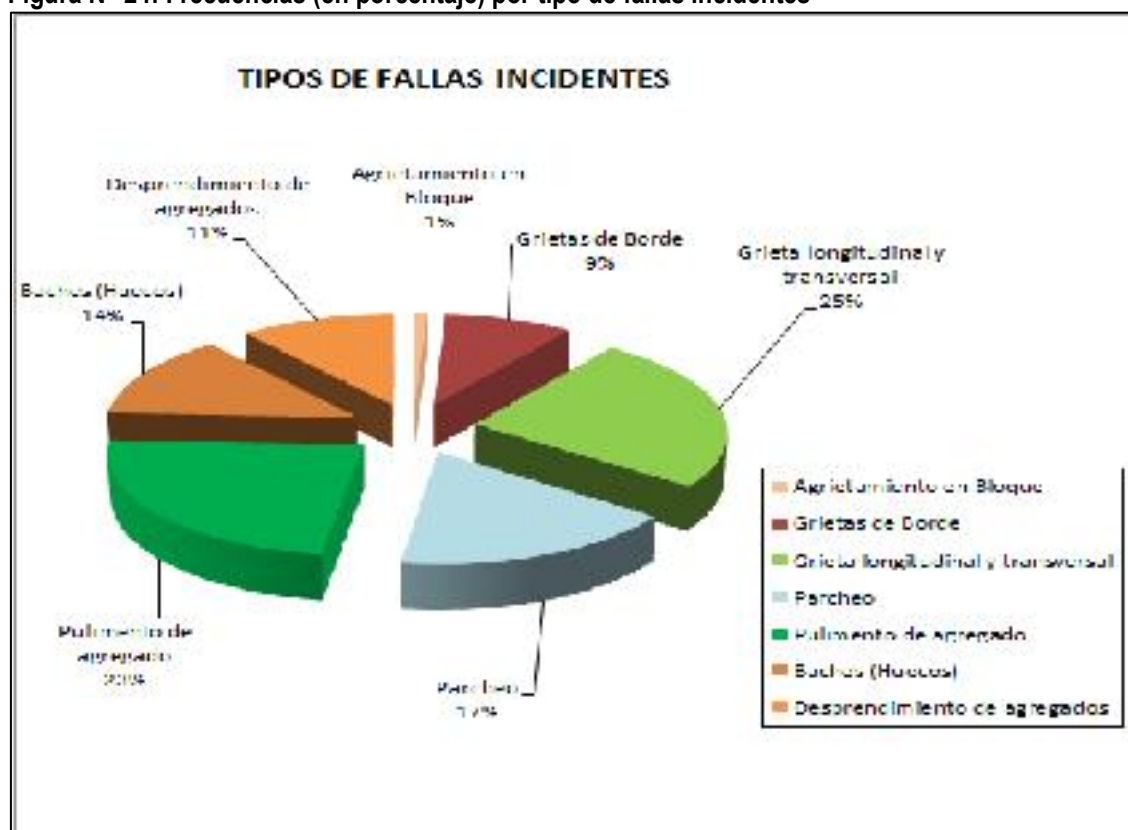
En la Figura N° 23 y N° 24, se representa la distribución de las fallas incidentes, consideradas en función al porcentaje que representa cada una.

Figura N° 23: Cantidad y Frecuencia por tipo de fallas incidentes

Fallas Incidentes según su Tipo				
Falla N° (según PCI)	Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles	Undad	Cantidad	Frecuencia
1	Agrietamiento en Bloque	m2	2.76	1
2	Grietas de Borde	m	268.00	10
3	Grietas Longitudinales/ Transversales	m	757.20	28
4	Parcheos	m2	314.10	19
5	Pulimentos de agregados	m2	2544.77	26
6	Baches (Huecos)	und	42.00	15
7	Desprendimiento de agregados	m2	768.35	12
TOTAL				111

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Frecuencias (en porcentaje) por tipo de fallas incidentes



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.-Severidad de las Fallas Incidentes

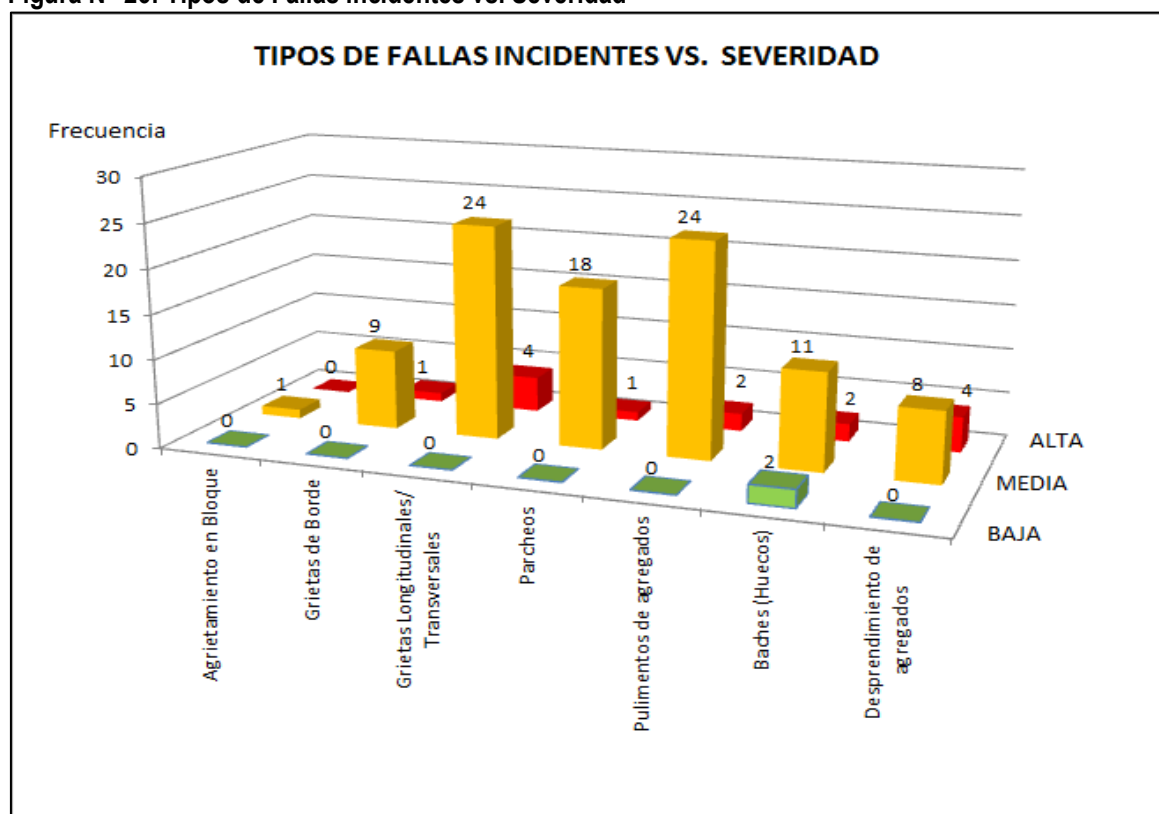
La aplicación del método PCI, incluye la clasificación de las fallas según su tipo y la severidad que estas presenten cuando se realiza la inspección del pavimento. Como se explicó, en el marco teórico, las clases de severidad pueden ser Baja (B), Media (M) y Alta (A) el criterio de evaluación varía según el tipo de falla en análisis. En la Figura N° 25 y 26, se muestran los resultados obtenidos para las fallas incidentes que presentan los pavimentos en estudio.

Figura N° 25: Severidad en las fallas incidentes

Tipos de Fallas Incidentes según Severidad					
Falla N° (según PCI)	Tipos de Fallas en Pavimentos	Baja (B)	Media (M)	Alta(A)	Frecuencia
1	Agrietamiento en Bloque	0	1	0	1
2	Grietas de Borde	0	9	1	10
3	Grietas Longitudinales/ Transversales	0	24	4	28
4	Parcheos	0	18	1	19
5	Pulimentos de agregados	0	24	2	26
6	Baches (Huecos)	2	11	2	15
7	Desprendimiento de agregados	0	8	4	12
TOTAL		2	95	14	111

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Tipos de Fallas incidentes vs. Severidad



Fuente: Elaboración propia

3.1.4.-Evaluación del PCI en los tramos de estudio

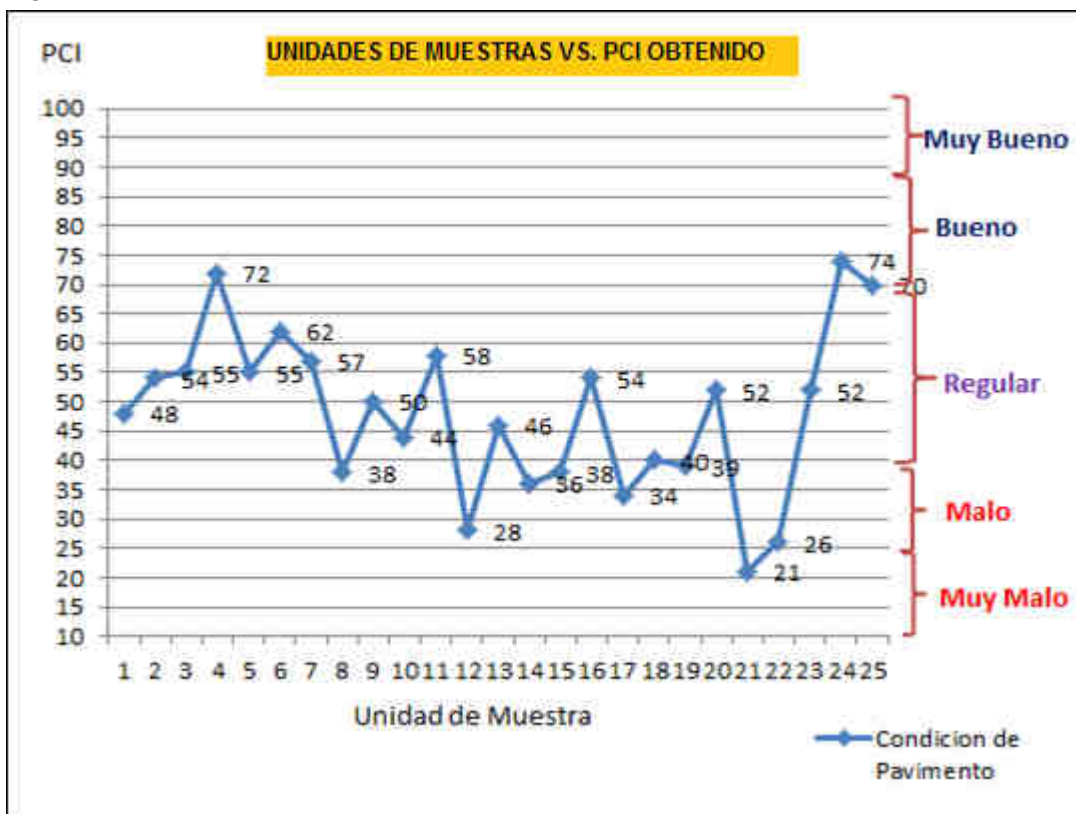
Teniendo definidos los parámetros necesarios como son el tipo de falla, cantidad, severidad, densidad, valor deducido, entre otros, que se explicaron en el marco teórico, se realizó la aplicación del método PCI a las 25 unidades de muestra para conocer sus valores y la condición o estado en el que se encuentran. En los Anexos, se presentan los resultados de la aplicación del PCI para cada unidad de muestra, tal como se aprecia en la Figura N° 27, 28 y 29, se muestran el consolidado de los resultados.

Figura N° 27: Resultados del PCI por Unidad de Muestra

Unidades de Muestreo según PCI obtenido			
Unidad de Muestra N°	Descripción de Calles/Avenidas en Cercado de Chiclayo	PCI	Condición de Pavimento
1	Av. Balta (Cda. 02) -c. der.	48	Regular
2	Av. Balta (Cda. 02) -c. izq.	54	Regular
3	Av. Balta (Cda. 03)	55	Regular
4	Av. Balta (Cda. 04)	72	Bueno
5	Av. Balta (Cda. 06)	55	Regular
6	Calle Elías Aguirre (Cda.07)	62	Regular
7	Calle Elías Aguirre (Cda. 05)	57	Regular
8	Calle Elías Aguirre (Cda. 04)	38	Malo
9	Calle Alfonso Ugarte (Cda. 07)	50	Regular
10	Calle Elías Aguirre (Cda.03)	44	Regular
11	Av. Luis Gonzáles (Cda. 06)	58	Regular
12	Av. San José (Cda. 01)- 02 carr.	28	Malo
13	Av. San José (Cda. 02)- 02 carr.	46	Regular
14	Calle Alfredo Lapoint (Cda.09)	36	Malo
15	Calle Vicente de la Vega (Cda. 08)	38	Malo
16	Av. San José (Cda. 05)- 02 carr.	54	Regular
17	Av. San José (Cda. 03)- 02 carr.	34	Malo
18	Calle Elías Aguirre (Cda. 01)- 02 carr.	40	Malo
19	Av. José Leonardo Ortiz (Cda. 01)	39	Malo
20	Calle Manuel M. Izaga (Cda. 0)	52	Regular
21	Av. San José (Cda. 12)- 02 carr.	21	Malo
22	Calle Vicente de la Vega (Cda. 07)	26	Malo
23	Av. Luis Gonzáles (Cda. 09)	52	Regular
24	Av. Miguel Graú (Cda. 01)	74	Bueno
25	Av. Balta (Cda. 07)- 02 carr.	70	Regular

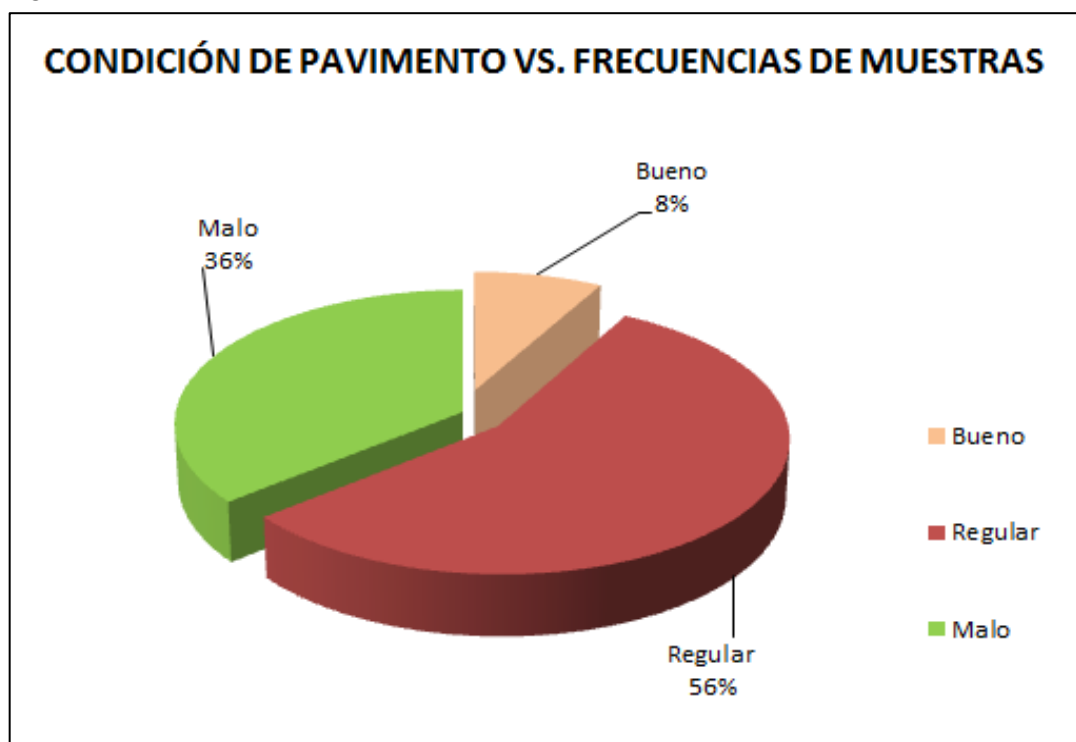
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28: Unidades de Muestreo vs. PCI obtenido



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29: Condición de Pavimento vs. Frecuencias de Muestras



Fuente: Elaboración propia

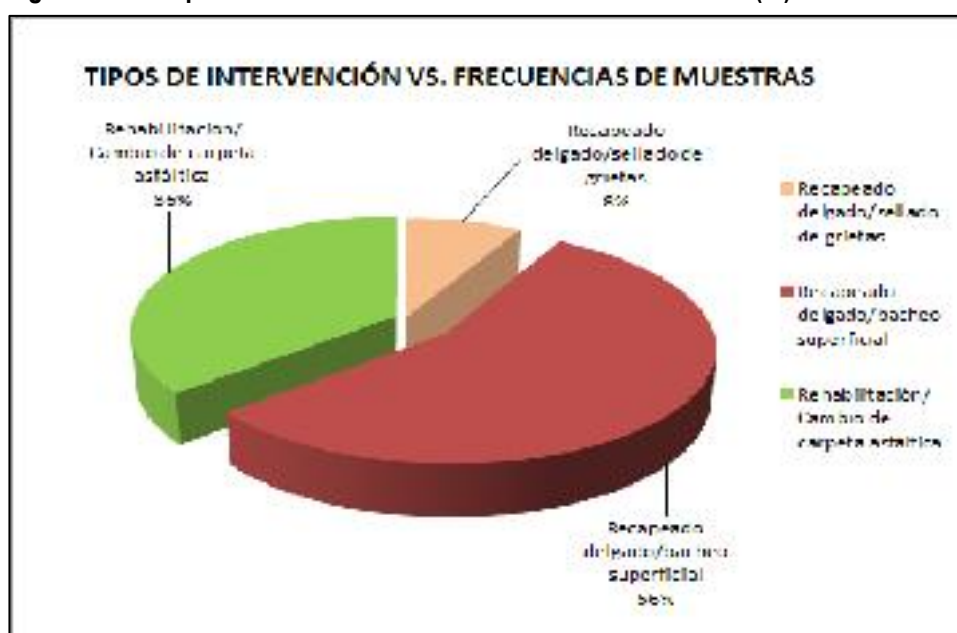
3.2.- Propuestas de intervención

Estos valores cuantitativos permiten conocer la condición operacional de estado regular (56%) a estado malo (36%), por lo tanto, actualmente se presenta un deterioro constante en los pavimentos flexibles, por lo que es urgente y necesario aplicarse políticas de conservación de pavimentos.

Según Jugo B. (2005), considera que “se deben realizar mantenimientos del tipo menor y/o mayor, considerando que el mantenimiento correctivo menor, incluye acciones que se aplican a pequeñas áreas localizadas del pavimento que no excedan el área de 300 m² y el mantenimiento correctivo mayor, incluye trabajos que se aplican a toda el área del tramo o al menos una sección importante de la vía analizada” ⁽³¹⁾

Apreciando que en la mayoría de fallas identificadas en las vías urbanas en estudio, presentan cantidades mayores a las 300 m², se disponen que las alternativas de intervención se realicen con mantenimiento correctivo mayor que contempla trabajos de intervención que se aplicarán a toda el área del tramo o al menos en una sección importante de la vía. Y en los restantes casos, la intervención se realice con mantenimiento correctivo menor que contemplará trabajos de intervención en las áreas localizadas de las fallas con técnicas de mantenimiento como sellado superficial, sellado de grietas, bacheo superficial y bacheo profundo. Se aprecia lo señalado en la Figura N° 30.

Figura N° 30: Tipos de intervención vs. Frecuencias de Muestras (%)



Fuente: Elaboración propia

3.3.- Matriz de intervención

En los anexos, se muestra la Matriz Consolidada de las alternativas de intervención propuestas, en función a cada tipo y severidad de falla incidente encontradas en las vías urbanas; además se considera necesario agregar el criterio de las principales causas que originan los deterioros, de manera que las intervenciones de mantenimiento planteadas respondan a una solución en conjunto aplicable a la realidad de la vía en estudio.

3.4. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El Pulimento de agregados, es el tipo de falla con mayor cantidad registrada (2,544.77 m²).
- La falla con mayor frecuencia son las Grietas longitudinales y transversales (28 veces).
- De las 07 fallas incidentes, entre ellas, la falla tipo grietas longitudinales y transversales, representa el 25% debido a que es la falla con mayor frecuencia registrada (28), seguido de las fallas de pulimento de agregados que representa el 23% y con una frecuencia registrada (26).
- De las fallas con niveles de severidad registradas, las fallas con grietas longitudinales y transversales, registran mayor representatividad con niveles de severidad Media.

(31): Jugo, A. (2005): Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles. Caracas, Venezuela.

- Según la condición operacional de las Unidades de Muestreo son: De 56% en condición Regular; de 8% de Unidades en condición Bueno; y del 36% de Unidades de Muestreo en condición de Malo.
- Para el caso de las fallas de tipo de grietas longitudinales y transversales, se plantea como propuesta de intervención mediante un Sellado superficial para niveles de Severidad Baja y el planteamiento de Bacheo Profundo para niveles de Severidad Media, y de Rehabilitación Total o cambio de carpeta asfáltica para los niveles de Severidad Alta (ver anexos).
- Para el caso de las fallas de tipo Pulimento de agregados, se plantea como propuesta de intervención mediante un Sellado superficial para niveles de Severidad Baja e intervención de Bacheo Profundo para niveles de Severidad Media y de rehabilitación de carpeta asfáltica para los niveles de Severidad Alta.
- Finalmente, se ha elaborado una matriz de alternativas de intervención propuestas para mejorar la condición actual que presentan los tramos de vías con pavimento flexible (ver anexos).

3.5. Presentación del Modelo Teórico

En tal sentido, tras haberse analizado y obtenidos los resultados anteriores, y ante la carencia de un sistema de gestión en mantenimiento de pavimentos flexibles en las vías urbanas del Distrito de Chiclayo, siendo de competencia legal efectuar la Municipalidad Provincial de Chiclayo. Se presenta como aporte del presente proyecto de investigación, brindar una propuesta de un Modelo de Gestión para Mantenimiento para Pavimentos Flexibles en las Vías Urbanas del Distrito de Chiclayo, la misma que será administrado por la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN EN MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS EN VÍAS URBANAS DEL DISTRITO DE CHICLAYO

1.- TÍTULO DE LA PROPUESTA

Modelo de Gestión para Mantenimiento de pavimentos flexibles en las vías urbanas del Distrito de Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque.

2.- INTRODUCCIÓN

La propuesta proporciona lineamientos metodológicos generales a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, permitirá ejecutar programas preventivos y correctivos, mediante el mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico y rehabilitación de vías urbanas, y en última instancia, la construcción o reconstrucción de las vías urbanas locales, con la finalidad de mejorar el acceso en condiciones adecuadas, optimizando tiempos de desplazamientos, e inter-conectando las vías locales y colectoras del Distrito de Chiclayo.

3.- OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

3.1.-OBJETIVO GENERAL

Proporcionar lineamientos metodológicos generales para desarrollar un Modelo de Gestión de Mantenimiento de los pavimentos flexibles en las vías urbanas del Distrito de Chiclayo.

3.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar la gestión de pavimentos flexibles de las vías urbanas del Distrito de Chiclayo.
- Implementar actividades de mantenimiento y de prevención, en aquellas vías urbanas de pavimentos flexibles del Distrito de Chiclayo.

4.- MODELO DE GESTIÓN EN MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Con la finalidad de mejorar el mantenimiento de los pavimentos flexibles y la infraestructura vial urbana en el Distrito de Chiclayo, se plantea la propuesta de un sistema de gestión de pavimentos flexibles, que se basa en la gestión de mantenimiento de vías urbanas locales, orientadas a la mejora del sistema de transporte público y privado.

4.1.-Propuesta de implementación de Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, en la Estructura Organizacional de la Municipalidad Provincial de Chiclayo

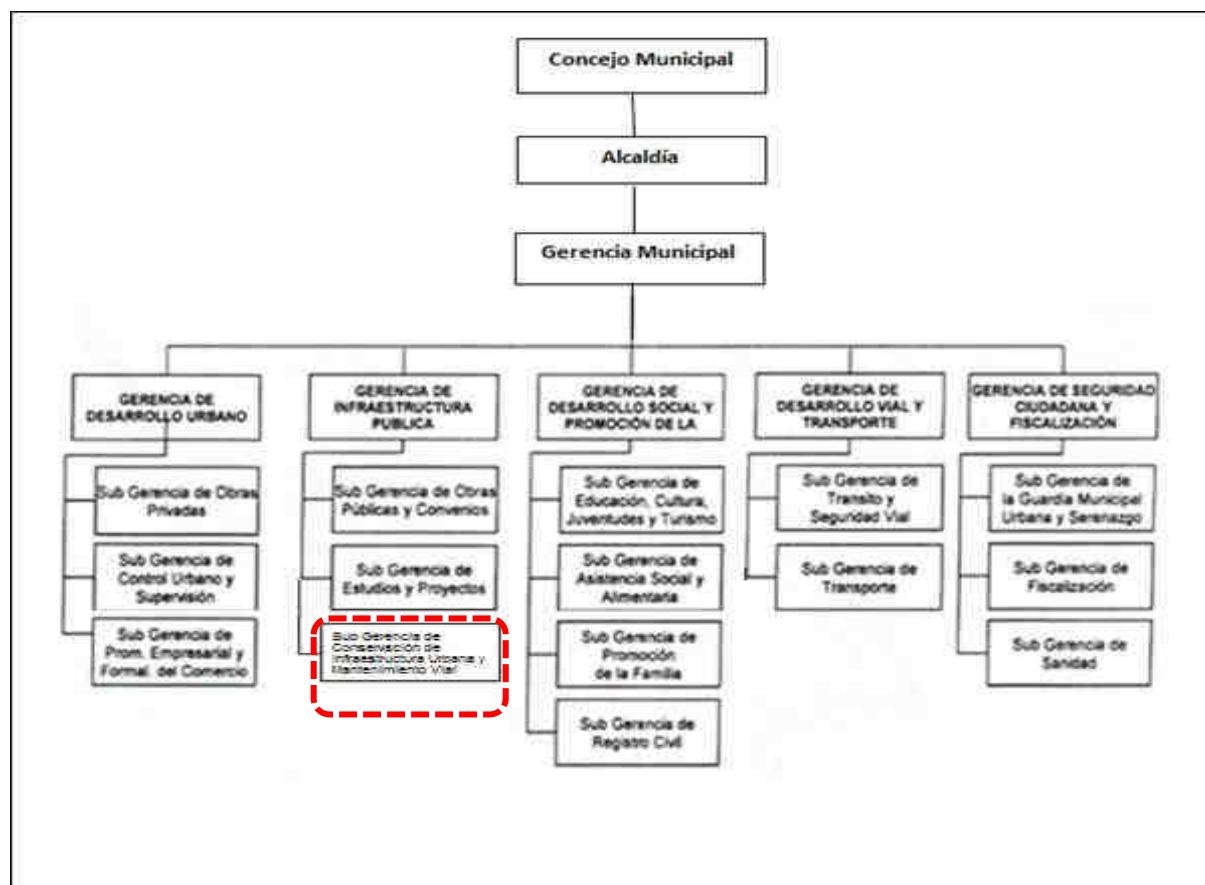
Con el fin de optimizar el manejo de recursos económicos orientados a contribuir en el mejoramiento del mantenimiento de los pavimentos urbanos en la ciudad de Chiclayo, se plantea como una opción la creación de una Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, como unidad orgánica requerido a la gestión en la etapa del mantenimiento de los pavimentos urbanos en las diversas vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

Se gestionará proyectos de inversión abarcando todas las fases de un proyecto, siendo éstas: la planificación, diseño, construcción y mantenimiento. En este caso, esta Sub-Gerencia se encargará sólo la fase de mantenimiento de los pavimentos urbanos (flexibles, rígidos y mixtos) en las vías locales de la ciudad.

De acuerdo con la Estructura Orgánica de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, en lo que respecta a la infraestructura urbana y mantenimiento vial, el manejo de esta información de los pavimentos urbanos en las vías locales de Chiclayo, que guardan relación funcional dependiente con la Gerencia de Infraestructura Pública, que efectuará coordinación constante con la Gerencia de Desarrollo Vial y Tránsito.

En la Figura N° 31, se muestra la propuesta de la Sub-Gerencia dentro del Organigrama Estructural del Gobierno Local, donde se ubicará la Sub-Gerencia.

Figura N° 31: Propuesta de ubicación de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, dentro del Organigrama Estructural de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.



Fuente: Elaboración propia.

Bajo el sistema de gestión de pavimentos, deberá incorporarse esta nueva Sub-Gerencia para gestionar los pavimentos urbanos en la Fase de Mantenimiento; y coordinará con las Sub-Gerencias de Obras Públicas (Fase de Construcción); la S.G. de Estudios y Proyectos (Fase de Diseño); de tal modo que se propone que todas estas unidades orgánicas sean necesarios integrarse en la Gerencia de Infraestructura Pública (en la actualidad), y en estrecha coordinación con la Gerencia de Transporte y Vialidad. En consecuencia, las Sub-Gerencias citadas, programarán su trabajo en estrecha relación con el sistema de gestión de pavimentos.

Marco Normativo

- En conformidad a los artículos 194° y 195° de la Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Decreto Supremo N° 043-2006-PCM.
- Ley N° 27658, Ley Marco de la Modernización de la Gestión del Estado.
- Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización y sus modificatorias.
- Ley N° 27444, Ley del Procedimiento General Administrativo.

Con respecto a su creación, en referencia se consideran las siguientes normativas:

- Inciso 3 del artículo 9° y el artículo 26° de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, establece como atribución del Concejo Municipal, el adoptar el Régimen de Organización Interior y Funcionamiento del Gobierno Local, administración municipal que debe adoptar una estructura gerencial, sustentándose en principios de programación, dirección, ejecución, supervisión, control concurrente y posterior.
- Concordancia con el artículo II del Título Preliminar de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, los Gobiernos Locales gozan de autonomía política, económica y administrativa en asuntos de su competencia, cuya autonomía radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativo y de administración, con sujeción al ordenamiento jurídico.

- Decreto Supremo N° 043-2006-PCM, aprueba los lineamientos para la elaboración y aprobación del Reglamento de Organización y Funciones (ROF), por parte de las entidades de la administración pública, el mismo que en su artículo 34°, establece que el Reglamento de Organización y Funciones (ROF), para el caso de las Municipalidades deberá aprobarse mediante Ordenanza Municipal.
- Con fecha 25-10-2008, en el Diario Oficial El Peruano, se publicó el Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, donde se precisan las competencias de los Niveles de Gobierno en la Gestión del Sistema Nacional de Carreteras, se aprobó el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, por medio del cual se precisa que el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), está a cargo de la gestión de la infraestructura vial de la Red Vial Nacional; los Gobiernos Regionales, de la Red Vial Departamental o Regional; y los Gobiernos Locales, de la Red Vial Vecinal o Rural. Todas las vías conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) y las autoridades competentes, antes mencionadas, podrán delegarse entre sí mediante convenios, la gestión de carreteras o tramos de la red vial de su competencia.
- En lo que respecta a la gestión de infraestructura vial urbana, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (D.S. N° 034-2008-MTC) precisa que la misma corresponde a los gobiernos locales provinciales y distritales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, y la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181, y sus modificatorias. El Reglamento, asimismo, define las pautas para las normas técnicas de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, caminos y vías urbanas.

Requisitos para creación de una nueva unidad orgánica

- Para crear una nueva unidad orgánica o Sub-Gerencia, se tiene que modificar el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) de la Municipalidad.
- Explicación: El Reglamento de Organización y Funciones (ROF) es el documento técnico normativo de gestión institucional que formaliza la Estructura Orgánica de la Entidad, orientada al esfuerzo institucional y al logro de su misión, visión y objetivos. Contiene las funciones generales de la Entidad y las funciones específicas de los órganos y unidades orgánicas y establece sus relaciones y responsabilidades. Entonces, para crear una nueva unidad orgánica, el primer paso, consiste en establecer, por la naturaleza de las funciones a desarrollar, la necesidad de independizar ciertos servicios o tareas. Los pasos siguientes a seguir son los siguientes:

Paso 01: Los criterios para la creación de unidades orgánicas, son:

- Si un órgano de la Entidad, cuenta con más de 15 personas.
- Si la carga administrativa que conlleva la función que generó la creación de uno de los órganos de la Entidad, justifica la creación de una unidad orgánica.
- Si se establece por la naturaleza de las funciones a desarrollar, la necesidad de independizar ciertos servicios o tareas.

Las ocurrencias de al menos uno de estos factores, será necesario para la creación de unidades orgánicas. Siendo necesario evaluar el caso específico como la justificación incluida en un informe técnico sustentatorio.

Paso 02: Elaboración del informe técnico sustentatorio

La incorporación de nuevas unidades orgánicas requiere de la elaboración de un Informe Técnico Sustentatorio. Este Informe debe incluir la siguiente información:

Informe Técnico Sustentatorio (por incorporación de nuevas unidades orgánicas)

Sección 01.-Justificación

Esta sección del informe debe sustentar la necesidad de la existencia de la nueva estructura y funciones de la Entidad. Para ello, se incluirá la siguiente información:

a) Análisis Funcional:

- Identificación de las nuevas funciones establecidas en el ROF propuesto así como de aquellas que han sido suprimidas o modificadas en relación con el ROF vigente y sustento legal de cada una de estas funciones; y
- Sustento técnico de la inclusión, modificación o supresión de cada una de estas funciones, según corresponda.

b) **Análisis de Estructura:**

- Razones que sustenten la creación de cada uno de los nuevos órganos y unidades orgánicas, cuando corresponda. Para estos efectos, debe desarrollarse una explicación detallada de por qué las nuevas funciones no pueden ser asumidas por los órganos existentes;
- El organigrama vigente y el organigrama propuesto.

- c) **Análisis de no duplicidad de funciones;** con énfasis en las funciones generales de la Entidad y en las de sus órganos de línea, en relación con otras entidades del sector público que realizan funciones o actividades similares o que persiguen fines iguales o semejantes.
- d) **En caso de que la nueva estructura implique cambios sustantivos en el Cuadro de Asignación de Personal (CAP),** incluirá la propuesta del nuevo CAP. Se entiende por cambios sustantivos, el incremento, reducción o reubicación interna de al menos quince por ciento (15%) del personal de la Entidad.
- e) De ser el caso, se incluirá un acápite en el cual se explique la simplificación y optimización de procesos, con detalle y justificación de cada uno y su especialización.
- f) Siempre que se establezca la posibilidad de tercerizar determinadas labores de los órganos de asesoramiento o de apoyo de la Entidad, se incluirá la identificación de los órganos responsables de la supervisión de las actividades tercerizadas.

Sección 02.-Análisis de Consistencia

En esta sección del informe, se debe sustentar la coherencia entre la estructura orgánica propuesta y los objetivos institucionales contemplados en documentos de planeamiento de carácter multianual y otros instrumentos que expresen las políticas sectoriales, regionales o locales.

Sección 03.-Efectos presupuestales

En esta sección del informe, se debe sustentar la coherencia entre la estructura orgánica propuesta y el financiamiento con que cuenta la Entidad, con un horizonte de tres años. Para ello se incluirá la siguiente información:

- Cuadro comparativo de los gastos de operación de la Estructura vigente y la propuesta.
- Cuando se haya previsto la tercerización de determinadas labores de los órganos de asesoramiento o de apoyo de la Entidad, se incluirá el análisis costo-beneficio que sustenta esta decisión.
- Por excepción, en el caso en que la nueva estructura orgánica represente un mayor gasto corriente para la Entidad, deberá incluirse la sustentación del financiamiento de éste, así como la proyección de gasto corriente con un horizonte de tres años.

Informe Técnico Sustentatorio (por modificación parcial)

Cuando la modificación parcial del ROF, no represente cambios en la Estructura Orgánica o en el presupuesto aprobado de operación y funcionamiento para la Entidad, mayores a un cinco por ciento (5%) en el ejercicio presupuestal vigente, el Informe Técnico sólo versará sobre el Análisis Funcional y el Cuadro Comparativo de los gastos de operación de la estructura vigente y la propuesta.

Paso 03: Elaborar el Informe Previo a la Aprobación del ROF

Los Reglamentos de Organización y Funciones de las Entidades, requieren de un informe previo favorable para su aprobación. El objetivo del Informe Previo es la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos. La solicitud a la Entidad encargada de la emisión del Informe Previo deberá acompañarse de la siguiente documentación:

El proyecto de ROF, el proyecto de dispositivo legal aprobatorio del ROF y el Informe Técnico Sustentatorio. Deben estar debidamente visados por el órgano responsable de su elaboración y el órgano de asesoría jurídica de la Entidad o el que haga sus veces.

Paso 04: Someter el Proyecto de Ordenanza Municipal de Modificación del ROF

Se debe someter el proyecto de Ordenanza Municipal de Modificación del ROF al Concejo Municipal para su aprobación.

Paso 05: Publicación de la Ordenanza Municipal aprobada.

Publicación de la Ordenanza Municipal que aprueba el ROF a través de los medios de comunicación masiva local y regional.

Paso 06: Remitir Ordenanza Municipal aprobada a la PCM.

Se debe remitir la Ordenanza Municipal aprobada a la Secretaria de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM).

Base Legal:

- Artículo II del Título Preliminar y numeral del artículo 9 de la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972).
- Artículos 22,29,30 y 31 del Decreto Supremo N° 043-2006-PCM, que aprueban los Lineamientos para la Elaboración y Aprobación del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) por parte de las Entidades de la Administración Pública.
- Manual para elaborar el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) de la Presidencia del Consejo de Ministros.

Trámite:

Mediante Sesión Ordinaria de Acuerdo de Concejo Municipal, se elevará para su aprobación, la propuesta de Proyecto de Reglamento de Organización y Funciones (ROF) y el Proyecto de la Nueva Estructura Orgánica de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, con sustento del Informe Técnico Sustentatorio emitido por la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto; e Informe Legal que obtenga opinión favorable emitida por la Gerencia de Asesoría Jurídica, y la Gerencia Municipal remitirá mediante Memorándum, la propuesta del Nuevo Reglamento de Organización y Funciones y el Organigrama Estructural, a efectos de que sea aprobado en Sesión de Concejo Municipal.

Deberá contarse con la opinión favorable de la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto de la Municipalidad, y de la Gerencia de Asesoría Jurídica, y en uso de las facultades conferidas al Alcalde Provincial, por los artículos 9°, numeral 8°, concordante con el artículo 40° de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, el Concejo Municipal, por mayoría simple, deberá de aprobarse la Nueva Estructura Orgánica y el Reglamento de Organización y Funciones –ROF de la Municipalidad Provincial de Chiclayo..

Incorporar en el Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad, las funciones de la unidad orgánica, las mismas que deberán ser comprendidas en los artículos respectivos del ROF.

Previamente, se deroga las normas o disposiciones municipales (Ordenanzas Municipales anteriores), en la parte que se opongan o contradigan en materia de organización, funciones y estructura orgánica que será dispuesta en la Ordenanza Municipal a ser emitida.

Finalmente, se emitirá la Ordenanza Municipal (firmado por el Secretario General y el Alcalde Provincial). La presente ordenanza municipal entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación. Asimismo, se dispondrá que la publicación de la presente ordenanza municipal se realizará en el diario oficial El Peruano, y diarios de circulación regional y en el portal institucional de la Municipalidad Provincial de Chiclayo. Además, se faculta al Alcalde para que mediante Decreto de Alcaldía, dictará las disposiciones complementarias, en caso sea necesario, para su adecuada aplicación.

Financiamiento:

Disponer que la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, realice las modificaciones presupuestales, que sean necesarias a fin de viabilizar lo dispuesto en la Ordenanza Municipal, ya sean por recursos ordinarios o recursos directamente recaudados.

Propuesta de Funciones de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial.

Para la propuesta de esta Sub-Gerencia, se plantea las funciones siguientes:

Artículo 01°.-La Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, está a cargo de un funcionario, quien depende funcional y jerárquicamente del Gerente de Infraestructura Pública.

Artículo 02°.-Son funciones y atribuciones de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, las siguientes:

Programar, organizar, ejecutar, controlar y evaluar las actividades de su competencia.

Proponer a la Gerencia de Infraestructura Pública, los lineamientos de política en los asuntos de la conservación de infraestructura urbana y del mantenimiento vial, así como opinar o informar sobre las modalidades de ejecución del mantenimiento vial.

- Coordinar con las empresas de servicios públicos y privadas, las obras de instalación de redes de servicios públicos (agua, alcantarillado, energía eléctrica, telefonía u otros), así como el mantenimiento y refacción de la calzada, veredas y pavimentos en las vías de la ciudad.
- Dirigir las acciones de mantenimiento y conservación de los bienes de dominio público, excepto los que corresponden a otros organismos del Estado.
- Formular la normatividad técnico funcional y administrativas relacionadas con la gestión al mantenimiento y conservación de la infraestructura urbana (estudios, construcción, rehabilitación, mejoramiento y uso de caminos).
- Realizar el inventario vial urbano, indicando las características, estados de conservación y otros.
- Atender las emergencias viales en la red vial local, y gestionarse ante el Gobierno Nacional.
- Realizar actividades de difusión y capacitación del mantenimiento vial.
- Organizar, dirigir y coordinar el suministro del equipo mecánico para ejecutar labores de mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura vial urbano.
- Formular el expediente técnico de las actividades del mantenimiento vial de la infraestructura urbana.
- Formular el Plan Operativo Anual, evaluar trimestral y anualmente el cumplimiento del mismo.
- Otras funciones que le sean asignadas por el Gerente de Infraestructura Pública, en el campo de su competencia.

4.2.-Puesta en marcha de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial

Esta nueva dependencia, la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, coordinará la disponibilidad de información técnica (respecto al inventario vial actualizado y planes de rutas), con la Sub-Gerencia de Tránsito y Seguridad Vial.

Ahora, se brindará una opción de creación y puesta en marcha, la Sub-Gerencia mencionada, en este caso para llevar a cabo el mantenimiento de pavimentos en las vías urbanas, con los recursos mínimos necesarios para que los costos iniciales no sean elevados, progresivamente implementándose a medida que llegue el presupuesto; estará a cargo la unidad orgánica del Departamento de Mantenimiento Vial

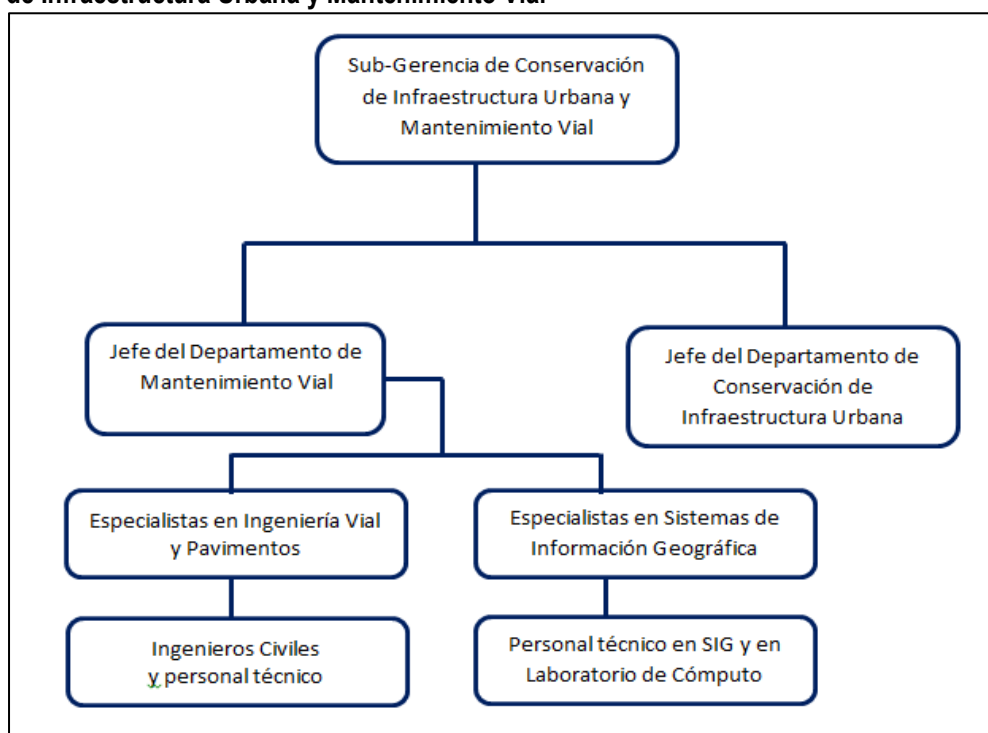
En primer lugar, se deberá implementar el Laboratorio de Cómputo, donde se pueda recopilar toda la información recogida de campo, y actualizará la base de datos (información procedente de las fases de planificación, diseño, construcción, y se completará en esta fase de mantenimiento vial) implementándose con Sistema de Información Geográfica (GIS) y aplicación de herramientas informáticas (HDM4, MS Excel, Google Earth, etc), a cargo de Especialistas y personal técnico especializado (ver Figura N° 32).

En segundo lugar, la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial, dispondrá de un Jefe del Departamento de Mantenimiento Vial, que deberá ser un Ingeniero Civil, colegido y habilitado, con formación en la Especialidad en Ingeniería Vial o Ingeniería de Pavimentos, con amplio conocimiento en mantenimiento de infraestructura vial y pavimentos, el cual tendrá a su cargo, la responsabilidad de gestionar con apoyo de Especialistas en Ingeniería Vial y Pavimentos, así como de apoyo técnico (Ingenieros Civiles) y logístico (personal técnico) de la Municipalidad Provincial de Chiclayo. Asimismo, deberá de efectuar coordinaciones con otras entidades estatales y privadas (vía convenio), a fin de que la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en las vías locales de la ciudad de Chiclayo, funcione adecuadamente.

El Jefe del Departamento de Mantenimiento Vial, se encargará de distribuir adecuadamente las labores a los especialistas e ingenieros responsables, sean de campo y laboratorio de cómputo. Mediante esta Jefatura, se encargará de aprobar los proyectos de mantenimiento de pavimentos urbanos, cumpliendo con el sistema de gestión de pavimentos, y gestionará todos los insumos que se requieran para la ejecución del mantenimiento de pavimentos urbanos.

Los ejecutores propiamente de los proyectos, serán los Ingenieros Especialistas, donde cada uno de ellos tendrá a su cargo el personal técnico y asistentes, que colaborarán directamente con los proyectos de mantenimiento en pavimentos a intervenir. Finalmente, el personal técnico se encargará de levantar toda la información técnica necesaria para poder elaborar los proyectos de mantenimiento vial.

Figura N° 32: Propuesta de Organización dentro de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial



Fuente: Elaboración propia.

4.3.- Equipamiento Mínimo

Para empezar la implementación del sistema, se necesitará contar con un mínimo de equipos, herramientas que especificamos a continuación:

Para Laboratorio de cómputo:

- Computadoras, Laptops, Impresoras/Escáner/Plotters, Software instalados (ARC GIS, Google Earth, HDM4, Autocad, Civil 3D, Microsoft Office), y escritorios e implementos mínimos de oficina.

Para Labores de campo:

02 Viga Benkelman, 02 Rugosímetros, 02 Deflectómetros, 02 Odómetros, 02 GPS, Cámaras Fotográficas, Equipos Topográficos (Estación Total, Nivel, etc), Escritorios e implementos mínimos de oficina.

Para el caso de Ensayos de Laboratorio (Testigos o Muestras), se celebrarán convenios institucionales, con entidades que cuenten con Laboratorio de Estudios de Mecánica de Suelos o Laboratorio de Ensayo de Mecánica de Materiales (caso Universidades Públicas, etc.).

4.4.- Fases del Modelo de Gestión en Mantenimiento de Pavimentos Urbanos Flexibles en las Vías Urbanas de la Ciudad de Chiclayo

En la etapa de mantenimiento de pavimentos urbanos, se considera 07 fases:

- I.- Inventario Vial Urbano (Información de Obras Viales Ejecutadas)
- II.- Inventario de Daños (Defectos) en pavimentos (Evaluación Funcional y Estructural)
- III.- Implementación de Estrategias.
- IV.- Evaluación de las Estrategias
- V.- Análisis de Costos de las Estrategias.
- VI.- Orden de Prioridades (inc. Presupuesto y Programación)
- VII.- Retroalimentación o "Back Up" (Actualización del Inventario y Base de Datos)

Se entiende que al finalizar esta etapa de mantenimiento, se complementará con información de esta etapa; y por ende, se actualizará la Base de Datos (Información de Inventario Vial Urbano, que ha sido también

alimentado de información procedente de las fases anteriores como: planificación, diseño, construcción, y se complementará en esta fase de mantenimiento de pavimentos urbanos). De este modo, se integran y completan todas las fases que conlleva el sistema de gestión en pavimentos; en este caso la gestión de pavimentos urbanos siendo de competencia de la Municipalidad Provincial de Chiclayo. Para esta etapa de mantenimiento de pavimentos urbanos, para la priorización de intervenciones en pavimentos urbanos, se optó por el Modelo de Priorización Tavakoli, usado en la ciudad de Sao Paulo, Brasil.

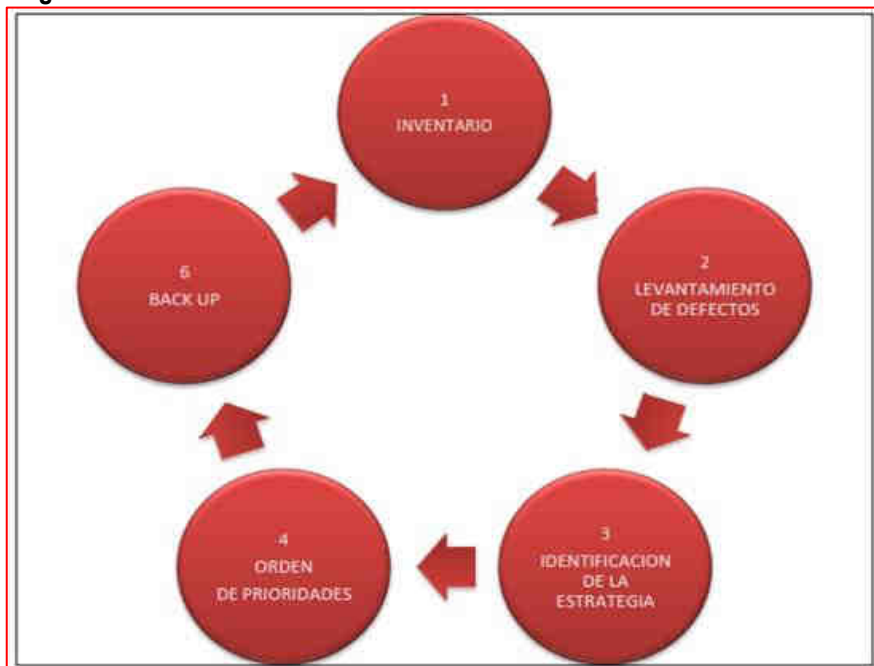
Según Gueller Becker, V. (2012), el Modelo Tavakoli es un modelo de sistema de gestión, que se desarrolló para identificar el estado del pavimento utilizado en las vías urbanas, para así poder identificar qué tipo de mantenimiento vial que necesita dicha vía urbana o tramo vial, y se priorizará por medio del modelo las necesidades de las vías, para de tal modo poder intervenirlas. Cabe resaltar que este es uno de los modelos utilizados en la ciudad de Sao Paulo, Brasil, para la gestión de pavimentos en la etapa de mantenimiento vial

Según Serafini & Gonçalves (2005), el modelo desarrollado por Tavakoli, propone un método de priorización para el mantenimiento de tramos viales, basado en una fórmula, la cual determina que el índice de prioridad (IP) sea función del inverso del índice de condición del pavimento, de la clase de la vía, del tipo de tráfico, y de un factor de nivel de mantenimiento. La priorización implica la definición y el uso de un índice, denominado como Índice de Prioridades (IP), en la que los proyectos candidatos para el mantenimiento, se ordenan en función de las condiciones físicas del pavimento analizado y la disponibilidad de recursos para su intervención

Según Barajas & Buitrago (2017), el Sistema de Gestión de pavimentos en la ciudad de Sao Paulo (Brasil), está basado en el Modelo de Priorización TAVAKOLI, es de mayor confiabilidad en cuanto a la priorización de las vías a intervenir, ya que además de priorizar basado en el índice de condición del pavimento, se apoya en un índice de prioridades, es decir que apoya su manera cualitativa de analizar las vías con un índice cuantitativo. Este Modelo además de comparar, priorizar y asignar recursos a las diferentes alternativas de mantenimiento, tiene como objetivo la optimización de los fondos y los recursos de mantenimiento, para garantizar una alta calidad en la conservación de los pavimentos.

Según Gueller B. (2012), señala que el modelo del sistema de gestión en pavimentos flexibles consta de las fases representativas resumidas en la Figura N° 33.

Figura N° 33: Fases de la Gestión de Mantenimiento de Pavimentos Urbanos



Fuente: Gueller B.V., 2012.

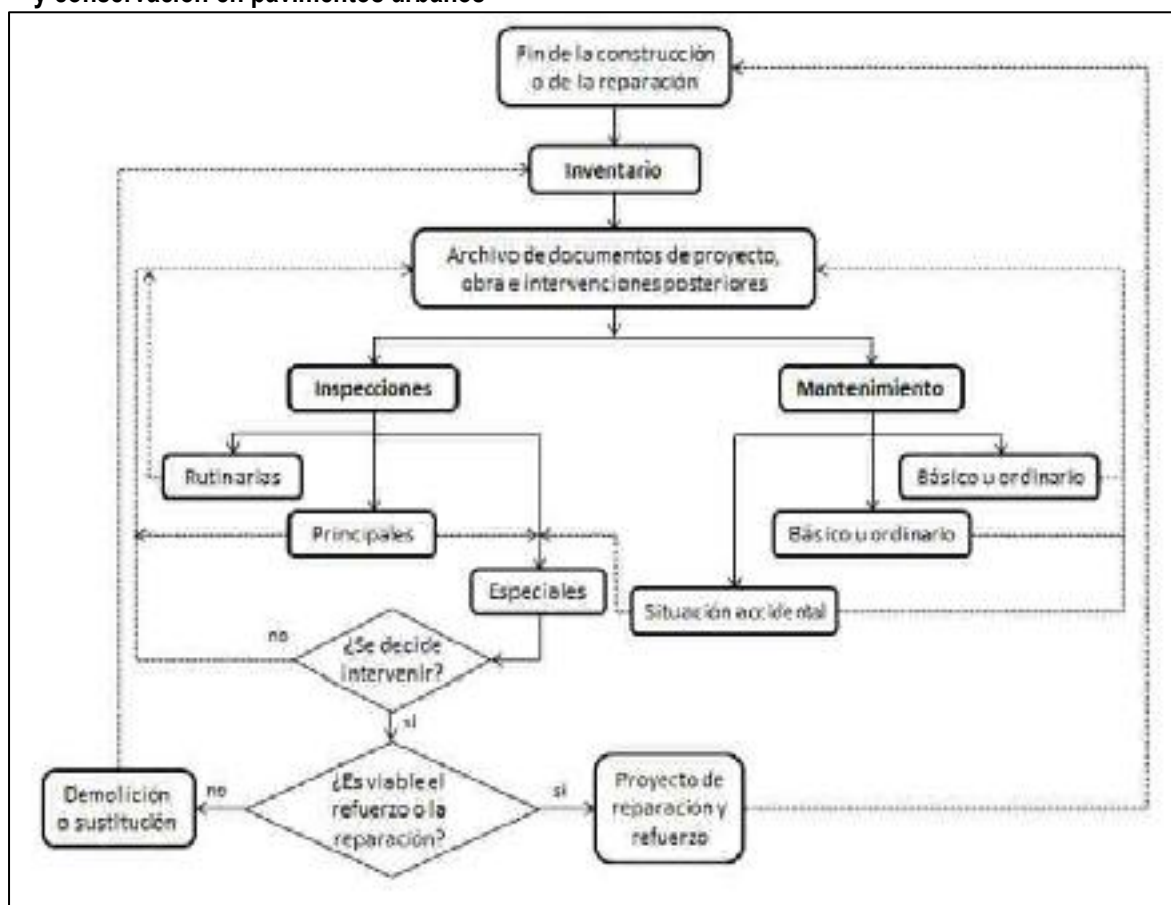
FASES DE LA GESTIÓN EN MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

I.- INVENTARIO VIAL URBANO (Información de Obras Viales Ejecutadas)

Como se explicó anteriormente, el mantenimiento forma parte del Sistema de Gestión de los Pavimentos, en la misma se muestra un diagrama de flujo que resume el proceso general. De esta forma, las actividades concernientes a la Fase de Gestión del Mantenimiento de Pavimentos, puede denominarse gestión de mantenimiento de la infraestructura vial. En esta propuesta de gestión se toman en cuenta los siguientes conceptos: inventario, inspecciones y mantenimiento propiamente dicho.

En ese sentido, la fase de mantenimiento es el vínculo entre el proyecto ejecutado y la óptima gestión de la estructura durante su vida útil, pues a falta de ello, no se puede tener la información suficiente para conocer el costo de mantenimiento antes de que el proyecto sea aprobado.

Figura N° 34: Diagrama de flujo de las acciones de actualizaciones coordinadas de gestión y conservación en pavimentos urbanos ⁽³²⁾



Fuente: ACHE & ATC- Madrid (2015).

CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA INVENTARIO VIAL URBANO

Un inventario vial urbano correctamente ejecutado permitirá conocer las rutas que integran la red vial urbana, la longitud que estas vías poseen, los tipos y anchos de pavimentos, el ancho de las calzadas, y obras de artes en las vías públicas, tales como: las alcantarillas, los puentes y toda aquel dato que se desee conocer de acuerdo a los fines del estudio. También se consideran la longitud de las rutas; tipo y ancho de pavimento, señales de tránsito; estructuras, o sea alcantarillas, badenes, puentes, túneles y otros, que detallen con una completa descripción de cada una de ellas.

En este módulo también llamado "Inventario Vial" está compuesto de un inventario de vías urbanas, considerando el inventario de vías sin pavimentación, y de un inventario resumido de mantenimientos. En esta fase, se busca identificar completamente la vía que se va a intervenir, por medio de la recopilación de datos relacionados con la definición de la sección o tramo vial, la clasificación del tramo por su funcionalidad, características del pavimento como tipo, longitud y número de carriles, sistema de drenaje y tráfico vehicular.

(32): ACHE, & ATC. (2015). Autores: Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural y Asociación Técnica de Carreteras (ATC). Monografía N° 27. "Guía para la redacción del Plan de Mantenimiento en puentes". Madrid, Edición N° 01, 178 páginas. Noviembre, 2015.

Este inventario vial urbano deberá ser actualizado cada cuatro (04) años por cada gestión edil, para que así la información con la cual se pretenda trabajar sea vigente, la información evaluada es sobre el total de vías urbanas de la malla vial (Gueller B.V., 2012). A la información ya recabada de la red vial, al haberse construido una obra vial, se le añadirá el inventario de daños de los pavimentos en los tramos viales intervenidos.

II.- INVENTARIO DE DAÑOS (Defectos en Pavimentos)

Esta etapa es una de las más importantes, en vista que si se realizaron adecuadas ejecuciones de obras en pavimentos urbanos, significará considerables reducciones de tiempo y dinero, para las intervenciones de mantenimiento para los diversos tipos de pavimentos urbanos (tanto para pavimentos flexibles, como rígidos y adoquinados) en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.

Los objetivos a conseguir con la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos, serán definidos de la siguiente manera:

- 1) Con el cumplimiento de las normativas (estándares de mantenimiento) establecidas para la etapa de mantenimiento de los pavimentos urbanos en la Ciudad de Chiclayo. Las normativas citadas a continuación, son:
 - a) Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, que forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Aprobado mediante D.S. N° 001-2010-VIVIENDA, de fecha 13.01.2010.
 - b) Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Anexo: Sección Suelos y Pavimentos, que se aprobó mediante la R.D. N° 010-2014-MTC/14, con fecha 09.04.2014.
 - c) Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, de fecha 25-10-2008), en conformidad con su artículo 18°, la Sección Suelos y Pavimentos pertenece a éste Reglamento aprobado, lo constituye un documento de carácter normativo y de cumplimiento obligatorio.
 - d) Se considera que se analiza la evaluación técnica de los pavimentos urbanos (funcional y estructural) y que éstos forman parte de toda infraestructura vial, la misma que tiene como punto de inicio, con una inspección visual, auscultando el deterioro en los pavimentos urbanos y otras evaluaciones más, la misma que será registrado en el Inventario de daños en los pavimentos urbanos; y serán almacenados en una Base de Datos, en conjunto con información cartográfica o mapas interactivos, con apoyo de un Sistema de Información Geográfico-GIS).
 - e) Con la propuesta adoptada, establecer lineamientos para la Gestión en la Etapa de Mantenimiento de Pavimentos Urbanos, el de contribuir al desarrollo de una de estas Fases, que conforma el Sistema de Gestión de Pavimentos (siendo éstas Fases: Planificación, Diseño, Construcción, Mantenimiento y Evaluación).

ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS (Inventario de Daños)

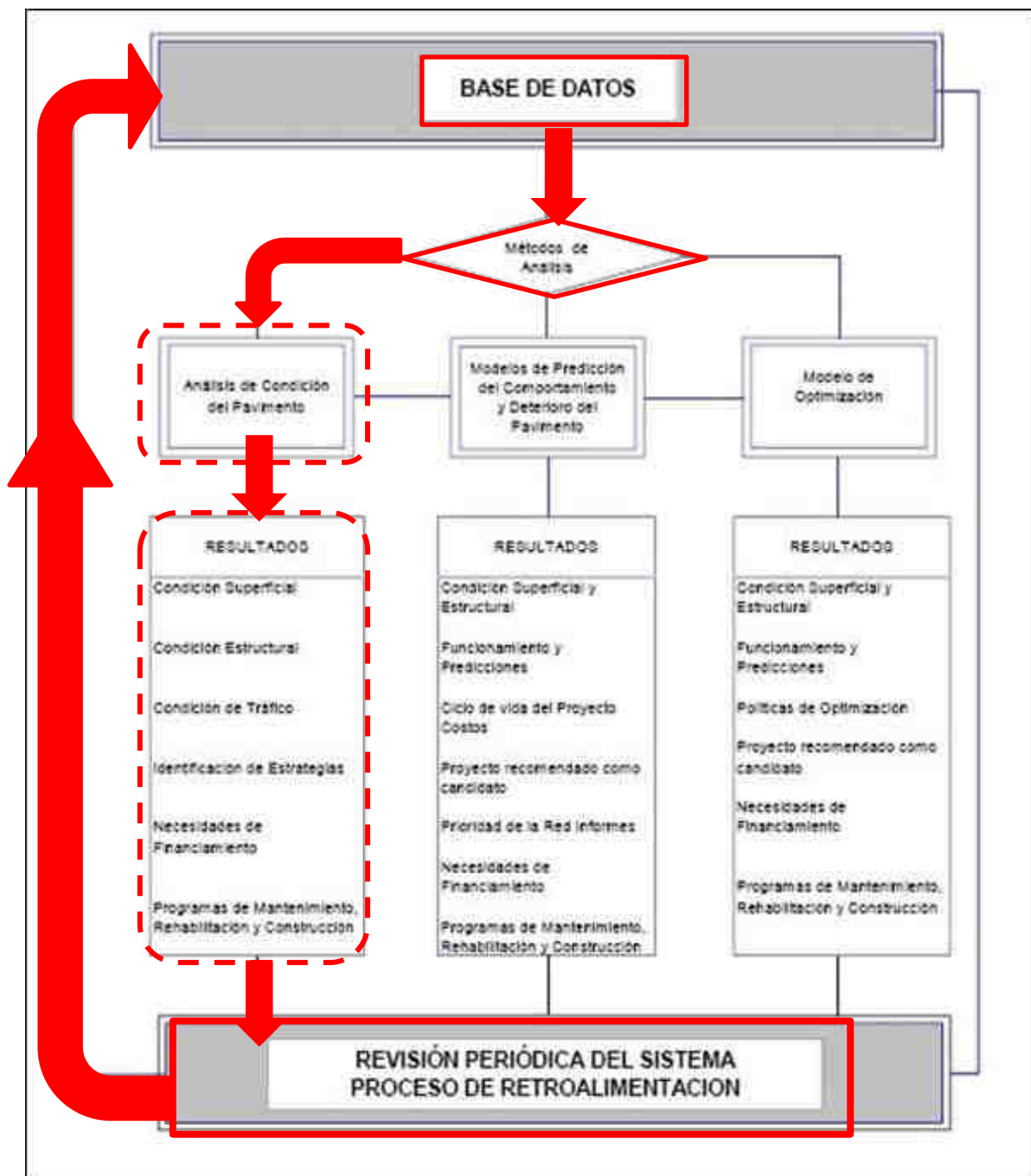
La recolección de datos en todo sistema de gestión de pavimentos, son los datos con los cuales se modelará el comportamiento de la infraestructura bajo las condiciones de solicitudes proyectadas. Dentro de los datos que se deben de recolectar, tenemos:

- PCI : Cantidad y Severidad de Deterioros.
- IRI : Índice de Regularidad Internacional.
- PSI : Serviciabilidad de la vía urbana.
- TMPD: Solicitaciones de tránsito vial.

Cabe señalar que en esta fase del sistema de gestión de pavimentos, se busca el levantamiento de información con respecto a los defectos de los pavimentos de vías urbanas auscultadas que se basa en la utilización de la Norma ASTM D6433-07 titulada "Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys" (2007), necesario para más adelante calcular el índice de condición del pavimento y poder evaluar su estado (escala estándar del índice de condición del pavimento), que genera la identificación del estado de la vía urbana analizada. En este paso, se estará añadiendo información del estado funcional y estructural de los pavimentos de las vías urbanas a ser intervenidas, a través de la Evaluación a los Pavimentos Urbanos (Metodología PCI).

En la Figura N° 35, se presenta el diagrama de flujo en el manejo de datos recopilados y que permitirá sistematizar la información en forma ordenada y alimentar la Base de Datos.

Figura N° 35: Diagrama de Flujo en el Manejo de Datos que permitirá sistematizar y actualizar la información para la Gestión del Mantenimiento en Pavimentos Urbanos.



Fuente: Solminihaç Tampier, .H. (2018), Gestión de Infraestructura Vial.

En la Figura N° 36 y 37, como ejemplos se presentan los formatos propuestos para que el levantamiento de la información del inventario de fallas existentes en el pavimento, recopilada de forma ordenada y alimentar la Base de Datos.

Figura N° 36: Propuesta de Formatos de Inspección Visual en Campo, para levantamiento de información del Inventario Vial Urbano del Distrito de Chiclayo

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
PCM41. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Detalle	No.	Detalle		
1	Piel de cocodrilo.	11	Pavlov.		
2	Fuertesbarr.	12	Pulverizado de agregados.		
3	Aguetamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cracks de vía lateral.		
5	Corrosión.	15	Aluvión lateral.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Linea de borde.	17	Linea parabralla (skippage).		
8	Linea de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desarrollo de junta.	19	Desplazamiento de agregados.		
10	Cracks longitudinal y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidad parcial		Total	Densidad (%)

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 37: Propuesta de Formatos para Recopilación de Datos Estadísticos por Deflectometría para levantamiento de información del Inventario Vial Urbano del Distrito de Chiclayo

Tabla Formato de lecturas y mediciones de campo.											
Estación (Km)	Carril	Lecturas de campo (10 ⁻³ pulg)				Espesor de la carpeta asfáltica	Temperatura °C	Resultados			
								Deflexiones de Campo (10 ⁻² mm)			
		<i>I</i> ₂₅	<i>I</i> ₄₀	<i>I</i> ₇₀	<i>I</i> _{max}			<i>D</i> ₂₅	<i>D</i> ₄₀	<i>D</i> ₇₀	<i>D</i> _{max} (<i>D</i> _C)
0+000											
0+050											
0+100											
0+150											
0+200											
0+250											
.											
.											
.											

Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOGIDA

El análisis de datos consiste en determinar la condición actual y comportamiento futuro esperado de la infraestructura vial urbana. Este análisis es representado por diversos indicadores que representan a las distintas secciones del pavimento, entre estos indicadores tenemos:

- PCI : Condición de Pavimento y Severidad de Deterioros.
- IRI : Deflectrometría longitudinal y rugosidad del pavimento.
- PSI : Serviciabilidad de la vía urbana.
- SN : Número estructural del pavimento
- TMPD : Solicitaciones de tránsito vial.
- Clase de Tránsito: I, II, III, IV, V.
- Tipo de Vía: Local, Colectora, Arterial, Principal.

ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN EN PAVIMENTOS

A continuación, se da alcance de la Tabla N° 04 y N° 05, se consideran las recomendaciones de Estándares de Conservación en Pavimentos Flexibles y Pavimentos Rígidos, citados a continuación:

PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Índice de Rugosidad Superficial: IRI Máximo: 3.5 m/km. Media móvil de 5 tramos de 200 m.

Este se obtendrá de mediciones efectuadas para cada pista y por sectores homogéneos de 200 m, y se informará en m/km. con un decimal.

Ahuellamiento máximo: 15 mm.

Agrietamiento: Se controlarán las grietas de alta severidad en los pavimentos y se deberán efectuar acciones correctivas mayores, consistentes en el reemplazo de los pavimentos en el área afectada.

Grietas tipo piel de cocodrilo de alta severidad (%): Máximo 10% de grietas por kilómetro.

Grietas longitudinales y transversales de alta severidad: Máximo 10% por km,

Baches Abiertos: Ninguno.

Resistencia al Resbalamiento (μ): Se exigirá un coeficiente de fricción entre 0.40 y 0.55.

Bermas: No se permitirán baches abiertos en las bermas ni descensos superiores a 1cm.

Entre estos últimos se considera la juntura entre la superficie de rodado y la berma;

No se aceptará exudación de asfalto.

Tabla N° 04: Estándares de mantenimiento en pavimentos flexibles

Parámetro	Estándares de Mantenimiento
índice de rugosidad internacional (IRI)	3.50 m/Km (IRI máximo)
Ahuellamiento máximo	15.00 mm
Agrietamientos generales	15.0% por Km
Baches abiertos	Ninguno.
Exudación	No se aceptará
Peladura de agregados	20.00% por Km.

Fuente: Estándares de Mantenimiento MTC (2013).

PAVIMENTOS RÍGIDOS

Índice de Rugosidad Superficial: IRI máximo de 3.5 m/km. Media móvil de 5 tramos de 200 m. supere el IRI de 3,5 m/km. Este se obtendrá de mediciones efectuadas para cada pista y por sectores homogéneos de 200 m. (se excluyen los puentes, badenes u otras singularidades que afecten la medición) y se informará en m/km. con un decimal.

Agrietamiento: Se controlarán las grietas de alta severidad que causan daños estructurales. No más de un 15% de las losas de un grupo de 40, podrán presentar grietas de alta severidad.

Baches Abiertos: Ninguno.

Resistencia al Resbalamiento (μ): Coeficiente de fricción entre 0.40 y 0.55.

Bermas: No se permitirán baches abiertos ni descensos superiores a 1 cm.

Entre estos últimos se considera la juntura entre la superficie de rodado y la berma.

Escalonamiento máximo: 6 mm; se medirá en forma puntual durante la inspección visual.

Tabla N° 05: Estándares de mantenimiento en pavimentos rígidos

Parámetro	Estándares de Mantenimiento
índice de rugosidad internacional (IRI)	3.50 m/Km (IRI máximo)
Ahuellamiento máximo	15.00 mm
Agrietamientos (alta severidad)	No más del 15.0% (grupo de 40 losas)
Baches abiertos	Ninguno.
Bermas	No descensos superiores a 1 cm
Escalonamiento	6 mm (máximo).

Fuente: Estándares de Mantenimiento MTC (2013)

CATEGORIZACIÓN VIAL ACORDE AL TRÁNSITO

Según Incio Z.(2014), señalo en la evaluación del congestionamiento vehicular para vías urbanas dentro del Anillo Vial del Cercado de Chiclayo, con capa de rodadura asfáltica, que las avenidas, tales como: Av. Balta, Av. Pedro Ruiz, Av. San José, Calle Elías Aguirre, Calle María Izaga, Av. Luis Gonzáles, Av. Angamos, Av. Jorge Chávez, Av. Fitzcarral, Av. Garcilaso, Av. Mariscal Nieto, Av. Belaunde, Av. Eufemio Lora, entre otros; registraron muestreos de IMD (entre 1001 a 2000 vehículos/hora), evaluadas en el año 2014, consigna la Clase de Tránsito de tipo IV con IMD máximo permitido de 1400 veh/hora y nivel de servicio "C".

Se apreció que avenidas como: Av. Sáenz Peña, Av. José Leonardo Ortiz, Av. A.B. Leguía, Av. Oriente y Av. Bolognesi; registraron IMD (superior a 2000 vehículos/hora), evaluadas en el año 2014, consigno la Clase de Tránsito de tipo V porque supera el IMD máximo permitido de 2000 veh/hora, siendo el Nivel de Servicio que corresponde el Nivel "F" para casos de vías arteriales. El nivel de servicio observado en campo, corresponde a condiciones de flujo forzado donde la cantidad de vehículos que quieren pasar por un punto supera la cantidad permitida que pueden pasar por él.

Tabla N° 06: Categorización de tránsito acorde al IMD en los tramos viales perimetrales del Anillo Vial del Cercado de Chiclayo

Avenida Evaluada	Nivel de Servicio	Demanda IMD Máximo (veh/hora)	Clase de Tránsito (Tipo)
Av. JOSÉ LEONARDO ORTIZ	F	4451	V
Av. A.B. LEGUIA	F	4181	V
Av. SAENZ PEÑA	E	3033	V
Av. ORIENTE	E	3028	V
Av. BOLOGNESI	D	2183	V
Av. SEQUISCENTENARIO	D	2578	V

Fuente: Tesis "Evaluación del Congestionamiento Vehicular en la Ciudad de Chiclayo y Propuestas de Mejora" (Incio Zapata, 2014)

Tabla N° 07: Categorización de tránsito acorde al IMD de algunas vías urbanas dentro del Anillo Vial del Cercado de Chiclayo

Avenida Evaluada	Nivel de Servicio	Demanda IMD (veh/hora)	Clase de Tránsito
Av. BALTA	C	1097 – 1920	IV
Av. ANGAMOS	C	1007-1220	IV
Av. LUIS GONZALES	C	1345-1807	IV
Av. GRAU	C	1255-1419	IV
Av. JORGE CHAVEZ	C	1043-1797	IV
Av. FITZCARRAL	C	1231	IV
Av. GARCILASO	C	1172-1979	IV
Av. MARISCAL NIETO	C	1547	IV
Av. BELAUNDE	C	1581	IV
Av. EUFEMIO LORA Y LORA	C	1143	IV

Fuente: Tesis "Evaluación del Congestionamiento Vehicular en la Ciudad de Chiclayo y Propuestas de Mejora" (Incio Zapata, 2014)

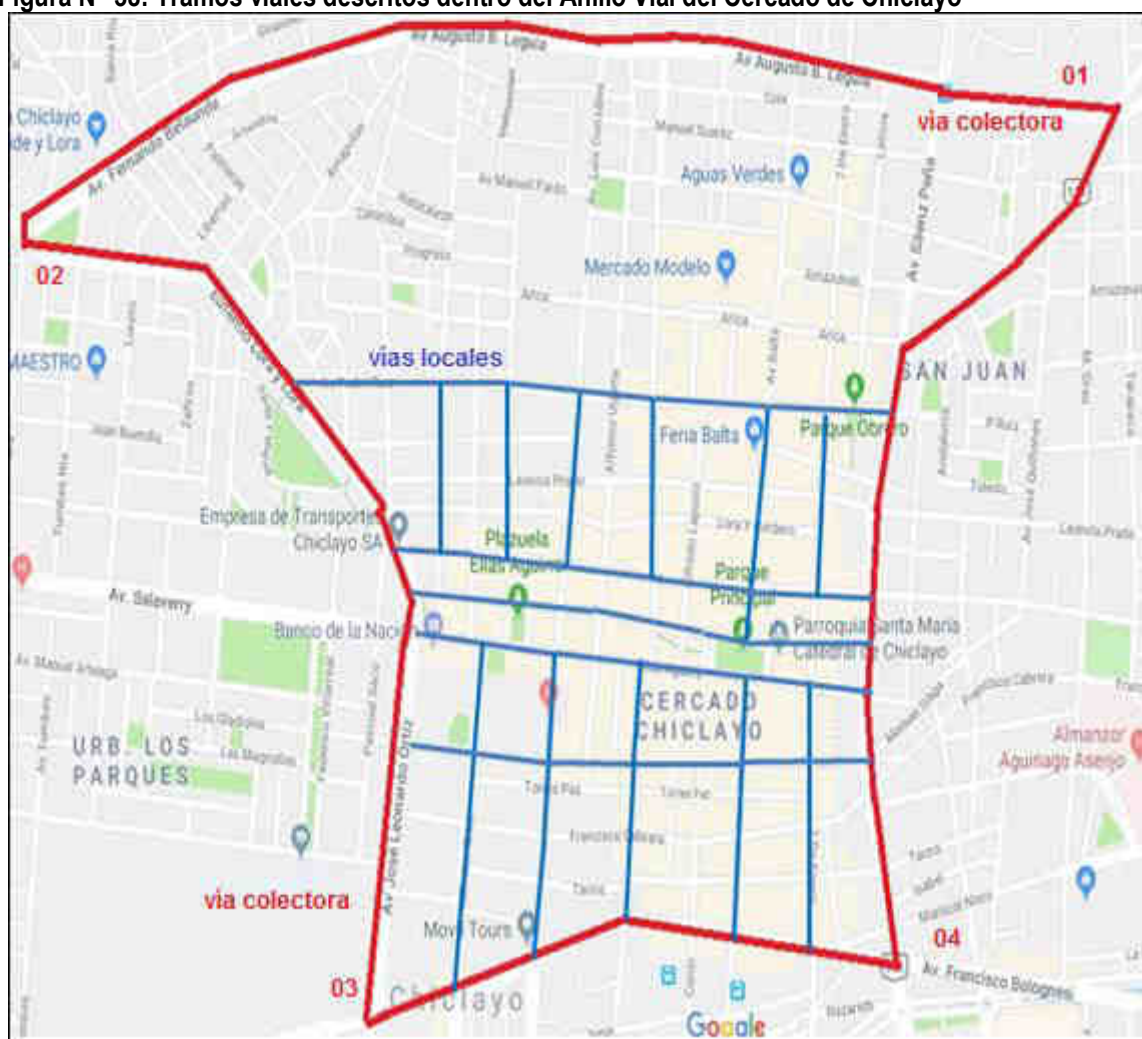
Por tanto, se establecerá para cada vía urbana el nivel de servicio que le corresponde en función a sus parámetros establecidos por norma (IMD vehicular, velocidad de diseño, entre otros), apoyándose con la ejecución del plan regulador de rutas, previo a implementar las estrategias de conservación de los pavimentos flexibles en ámbito urbano.

Tabla N° 08: Categorización Normativa Estandarizada de tránsito acorde al IMD vehicular

Clase de Tránsito (Tipo de Demanda)	Nivel de Servicio	Límite Inferior	Límite Superior	Tipo de Vía
I (Carretera de 3° Clase)	A	0	150	Vía Vecinal
II (Carretera de 3° Clase)	B	151	400	Vía Vecinal
III (Carretera de 2° Clase)	B	401	1000	Vía Local
IV (Carretera de 2° Clase)	C	1001	2000	Vía Colectora
V (Carretera de 1° Clase)	D/E/F	2001	A más	Vía Arterial y Expresa

Fuente: MTC (2014), Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2014- Perú

Figura N° 38: Tramos viales descritos dentro del Anillo Vial del Cercado de Chiclayo



Fuente: Elaboración propia.

III.- IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

Calculados los **índices de condición del pavimento (PCI)** se localiza el estado del pavimento de acuerdo a los criterios de la Norma **ASTM D6433-07**, para finalmente asignarle la estrategia de mantenimiento o rehabilitación necesaria, según los criterios del modelo.

A continuación se presentan tres (03) opciones como Criterios para la Implementación de Estrategias de Conservación, siendo estas las siguientes:

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA (OPCIÓN N° 01)

Se detalla la categorización acorde al indicador PCI correlacionado con el Tipo de Mantenimiento (Implementación de la Estrategia) a realizarse en el pavimento flexible.

Tabla N° 09: Categorización del PCI vs Tipos de Mantenimiento y Estrategia de Conservación

Rango del índice de Condición del Pavimento (PCI)	Tipo de Mantenimiento (Categoría de acción)	Estrategia de Conservación (Descripción)
100-85	Mantenimiento Preventivo (Mínimo) (Conservación Rutinaria)	Pavimento en muy buena condición; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85-60	Mantenimiento Correctivo Menor (Conservación Periódica)	Pavimento en buena condición, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
60-40	Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo (Conservación Mayor)	Pavimento en condición regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende los siguientes tipos de acción: - Sellado de Superficie y/o - Recapeado delgado.
40-25	Rehabilitación (Refuerzo Estructural)	Pavimento en condición deficiente, con fallas en proceso de generación y evolución, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
Menor de 25	Rehabilitación Mayor (Reconstrucción)	Pavimento en condición muy deficiente con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el más corto plazo.

Fuente: Elaboración propia.

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA (OPCIÓN N° 02)

CASO TÍPICO:

En caso sea necesario, recurrir a la modelación de deterioros a través de un software computacional, para una vía urbana (vía arterial, principal o expresa) en específico, y con información disponible de rehabilitaciones anteriores. Estas vías deberán de tener características sectoriales similares, necesaria para su modelación en

el software HDM4, consignando la modelación definida del deterioro de la vía específica, se podrá modelar distintos escenarios, las estrategias de mantenimiento y los costos asociados a éstas.

Según Hidalgo G. (2006), señala que “la implementación de escenarios de mantenimiento planteados en el programa computacional de Modelación HDM4, por lo general tres (Figura N° 39), consigna tomar en cuenta tres escenarios diseñados, siendo estos: Escenario de Mantenimiento Rutinario, Escenario de Mantenimiento Periódico I, Escenario de Mantenimiento Periódico II).

Figura N° 39: Caso típico de ejemplo de implementación de estrategias establecidas en vías urbanas a intervención (con uso opcional del software HMD4)

Escenarios de mantenimiento diseñados			
Escenario de Mantenimiento Rutinario			
Act. Rutinarias			Anual
Escenario de Mantenimiento Periódico I			
Recapado	IRI	>	4.5 IRI
Parchado	Anual el 30% del área total dañada		
Sello de grietas	WSC	>	30%
Escenario de Mantenimiento Periódico II			
Recapado	IRI	>	3.5 IRI
Sello por Ahuellamiento	RDM	>	12mm
Coefficiente de Fricción	SR	<	0.4 SFC
	TDA	>	30%
Peladuras	RA	<	>10 y <40
Sello de grietas	WSC	>	10%
	Cada 2 años		
Parchado	SDA	>	5%

SDA : severely damaged area	RA : raveling
WSC: Wide structural cracking	TCC : total carriage cracking
TTC : transversal thermal cracking	RDM: Rut depth mean
R : Roughness	SR : skid resistance

Fuente: Hidalgo G.J. (2006).

ESCENARIOS DE MANTENIMIENTO

Acorde a estos escenarios, se describen su implementación:

Escenario de Mantenimiento Rutinario (MR): Escenario básico de mantenimiento que comprende actividades de limpieza de pavimento, se diseñará así debido a que con este tipo de actividades no se ejerce mayor influencia en la progresión de los indicadores de deterioro, y permite observar en la modelación, el avance máximo de los tipos de deterioro en el período estudiado.

Escenario de Mantenimiento Periódico 01 (MPI): Este escenario es más estricto que el anterior, aquí se definen límites de los índices de deterioro en la programación. Es decir, se destaca que la mayoría de proyectos se exige por ejemplo, el IRI para pavimentos asfálticos con tratamiento superficial bicapa no debía ser mayor el IRI de 4.5, con relación a ello se programó la actividad de “recapeado”.

La segunda actividad, es decir “parchado” se diseñó con el mismo criterio, aquí se decidió que los parchados serían anuales, y que se harán a partir del 30% de área total dañada, los parchados deberán hacerse al 100%. Igualmente, el sello de grietas se procederá a hacer a partir de que las grietas lleguen a una extensión del 30% y se corregirán al 100%.

Escenario de Mantenimiento Periódico 02 (MPII): Este escenario de mantenimiento es el más conservador. En el Perú, este escenario fue el elegido y exigido en los términos de referencia del MTC para la carretera interoceánica, y es el que se está por adoptar en la política de mantenimiento de las concesiones, tal como se señala en la Figura N° 39.

Asimismo, en caso de implementarse éstas estrategias para proceder al procesamiento, éstas han sido descritos y se diseñarán de la siguiente manera:

Estrategia de Conservación (01) = MR.

Estrategia de Conservación (02) = MR + MPI.

Estrategia de Conservación (03) = MR + MPII.

Una vez implementadas las estrategias señaladas, se procederá opcionalmente con uso del software HDM4, considerando la información de las tres estrategias de conservación, con ello se logrará establecer una programación de actividades de mantenimiento y se establecerá el costo de cada programación o agenda de actividades de conservación para un período de 10 años.

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA (OPCIÓN N° 03)

Según **Castillo C. (2008)**, señala que en caso sea necesario se recurrirá a estrategias determinadas por el tipo de fallas en pavimentos flexibles y rígidos acorde al tipo de vía urbana (vía de tipo local o residencial, colectora, arterial o principal) en específico, y que se cuente con poca información disponible, al menos de su obra ejecutada (expediente técnico, expediente de liquidación técnica-financiera, o expediente post-construcción).

Figura N° 40: Clasificación de Vías Urbanas según el Volumen de Tránsito

Clasificación de Vías Urbanas según el Volumen de Tránsito			
Tipo de Vía	Volumen De Tránsito	Causa Principal de Deterioro	Vida Esperada (Años) *
Artera Principal	Alto	Fatiga	15-20
Colectora/Industrial	Medio	Fatiga y Edad	20-25
Residencial/Pasaje	Bajo	Edad	20-25

(*): Considera que se efectúan trabajos de mantenimiento periódico. La vida útil se reduce entre 5 y 10 años, si no se efectúa mantenimiento rutinario.

Fuente: Castillo Contreras (2008).

Figura N° 41: Actividades de Mantenimiento y Rehabilitación según PCI y el Tipo de Vía

Actividades de M&R según el PCI Obtenido y el Tipo de Vía				
Actividad	Condición del Pavimento	Rango PCI		
		Arterial	Colectora	Residencial
No Inspeccionada	Muy bueno	91-100	91-100	85-100
Sello de juntas	Bueno	76-90	71-90	71-85
Sellos prismáticos		No aplica	No aplica	51-70
Recapado delgado o bacheo superficial	Regular	56-75	41-70	41-60
Recapado estructural o bacheo profundo	Malo	31-55	26-40	21-40
Reconstrucción	Muy malo	0-30	0-25	0-20

Fuente: Castillo Contreras (2008).

En la Figura N° 41, se sugiere las actividades de Mantenimiento y Rehabilitación, que pueden aplicarse en función del valor del PCI obtenido y la clasificación de la vía, según las vías locales y colectoras de la ciudad de Chiclayo, se ha optado en considerar los criterios mencionados, proponiendo estrategias de conservación para los pavimentos inspeccionados.

IV.- EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS

La preparación de un Sistema de Gestión de Pavimentos aplicado para varios años en una red vial urbana, se adoptarán opciones de conservación vial identificadas y seleccionadas, y que estarán sujetas a condiciones presupuestales. A continuación se presentan tres (03) opciones como criterios para la evaluación de estrategias, siendo estas las siguientes:

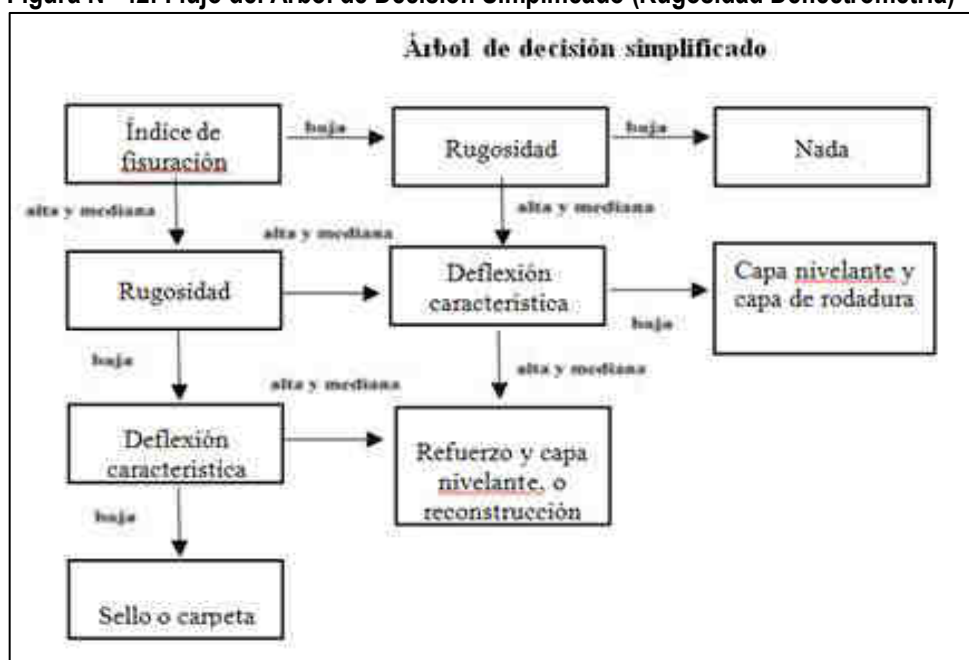
EVALUACIÓN DE ESTRATEGÍAS (OPCIÓN N° 01)

Se deberá tener en cuenta la gravedad de los daños producidos en los pavimentos (por fisuración y rugosidad). Los criterios correspondientes a la propuesta se presentan bajo un diagrama de flujo, denominada “árbol de decisión simplificado”.

Los indicadores más significativos son el índice de fisuración, a través de la Rugosidad (IRI) y la Deflexión Característica del Ensayo de Viga de Bekelman (pavimentos flexibles).

El árbol de decisión resulta del siguiente principio: “Si no hay daños (índice de fisuración y rugosidad bajos), no hay intervención; y si hay daños, el diseño principal se basa en cuadros de refuerzo o reconstrucción, según la deflexión característica y se ajusta según la rugosidad.

Figura N° 42: Flujo del Árbol de Decisión Simplificado (Rugosidad Deflectrometria)



Fuente: Chávez Isla, C. (2008)

EVALUACIÓN DE ESTRATEGÍAS (OPCIÓN N° 02)

En el caso opcional de utilizar el programa computacional HDM4, como herramienta de comparación con la implementación de tres estrategias propuestas, con ello se logrará en determinar cuál de éstas, es la más conveniente y factible para el caso de la vía analizada. Según Hidalgo G. (2006), utiliza criterios de evaluación de las estrategias, con uso del software HDM4, se deberán considerar los siguientes criterios generales:

Para la **Estrategia 01**, se observa que en esta estrategia se llevarán a cabo actividades rutinarias de mantenimiento año a año, éstas actividades son de menor envergadura por lo que el progreso de los deterioros, es continuo en el período de tiempo estudiado.

Para la **Estrategia 02**, se observa que en esta estrategia deberán llevarse a cabo actividades de parchado de año en año, salvo cada 05 años en que deben realizarse actividades de “recapeados”.

Para la **Estrategia 03**, se observa que en esta estrategia deberán llevarse a cabo actividades de parchado, de año en año, salvo cada 03 años en que deben realizarse “recapeados”.

A continuación, se citan en lo general, los procedimientos más comunes en trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos urbanos:

EVALUACIÓN DE ESTRATEGÍAS (OPCIÓN N° 03)

Como evaluación de estrategia, considera tomar en cuenta el nivel de severidad de los deterioros que permitirá determinar y analizar las distintas alternativas de solución a aplicarse. La densidad de deterioro como aporte, permite determinar el volumen de los trabajos a ejecutar, y por lo tanto, también el costo directo de cada tratamiento. Para poder seleccionar los tratamientos a aplicar, dependiendo del tipo de pavimento, tipo de deterioro, nivel de severidad y densidad, a continuación se proponen matrices de alternativas de solución ⁽³³⁾

PAVIMENTOS FLEXIBLES

Figura N° 43: Matriz de Decisiones de Alternativas de Tratamientos de Pavimentos Flexibles, acorde a la Severidad de la Falla ⁽³³⁾

Matriz de Decisión de Alternativas de Tratamientos de Pavimento Asfáltico.						
Tipo de Deterioro	Bajo		Medio		Alto	
	Ocasional	Frecuente	Ocasional	Frecuente	Ocasional	Frecuente
Piel de Cocodrilo	3,1	3,6	6,3,11,4	6,5	13,6,11	15,13
Crista de Borde	1,2	2,1	2,13	2,13	13	13
Grieta Longitudinal	2,1	2,6,1	2,6	2,6	13,2,6	6,12,3
Grietas en Bloque	2,1	2,3	2,6	2,6	6,11,12	12,6,14
Envejecimiento	3,1,6	3,6,5	6,4	6,7	6,11,5	6,12,11
Distorsión	1,8,13	13,1,8	8,13,2	8,13,6,2	8,11,6,13	8,14,13
Abrillamiento	1	1	8+6	8+6	8+6,12	8,13,12
Exudación de Asfalto	1	1,6	6,1,8	6,8	8+6	8+6,6,12
Grietas Transversales	2,1	2	2,6	2,6	2,6	2,6,13

Fuente: Castillo Contreras (2008).

PAVIMENTOS FLEXIBLES

Figura N° 44: Tratamientos Propuestos en Pavimentos Flexibles según Matriz de Decisiones ⁽³³⁾

Tratamientos Propuestos	
1 No hacer Nada	9 Reciclado frío In Situ
2 Sellado/Relleno de Grietas	10 Reciclado caliente In Situ
3 Sello Nebuliza (Fog Seal)	11 Recapado delgado mezcla en frío
4 Somb Seal	12 Recapado delgado mezcla en caliente
5 Lechada Asfáltica (Slurry Seal)	13 Rachen
6 Sello Agregado	14 Recapado
7 Microaglomerados	15 Reconstrucción Total
8 Fresado	

Fuente: Castillo Contreras (2008).

(33): Programa de Mantenimiento y Rehabilitación en vías, aplicada por el Ministerio de Obras Públicas de Chile

V.- ANÁLISIS DE COSTOS DE ESTRATEGIAS

5.1.-COSTOS DIRECTOS ASOCIADAS A LAS ESTRATEGIAS

Tal como se mostraron las Matrices de Decisión de Alternativas de Tratamientos en Pavimentos Flexibles, existen en general varios tratamientos que resultan adecuados a aplicar para un mismo tipo de deterioro.

Estos valores sólo tienen por objetivo, orientar al lector sobre el orden de magnitud de estos tratamientos y de ninguna manera, se recomienda utilizarlos para la elaboración de presupuestos.

Al momento de determinar un presupuesto de trabajos más exacto, se recomienda realizar un análisis de precios unitarios, pues dependiendo de otros factores, como la ubicación geográfica, los precios para un mismo tipo de tratamiento pueden presentar variaciones significativas. A continuación se entregan algunos Costos Directos (referenciales) de distintas alternativas de tratamientos aplicados ⁽³⁴⁾

Figura N° 45: Costos Directos Promedios (referenciales) para la Matriz de Decisión de las alternativas de Tratamientos en Pavimentos Flexibles ⁽³⁴⁾

Costos Directos Promedios de Tratamientos para Pavimentos Asfálticos		
Tipo de Tratamiento	Unidad	Costo Promedio (\$)
Sellado / Relleno de Grietas	ml	690
Sello Neblina (Fog Seal)	m2	770
Seal Seal	m2	2.470
Techada Asfáltica (Slurry Seal)	m2	2.200
Sello de Agregados (Chip Seal)	m2	2.470
Microaglomerados (Microsurfacing)	m2	2.400
Fresado	m2	1.500
Microfresado	m2	17.900
Cepillado	m2	2.900
Bacheo a profundidad parcial (sector continuo - finisher)	m2	17.900
Bacheo a profundidad total	m2	21.000
Recapado	m2	12.000

Fuente: Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas de Chile.

ANÁLISIS DE COSTOS DE ESTRATEGIAS CON USO OPCIONAL DEL SOFTWARE HDM4

El objetivo de este ítem es analizar las estrategias de mantenimiento propuestas, es decir las Estrategias I, II y III; para luego comparar y analizar los costos de mantenimiento de éstos pavimentos asociados a cada una de ellas, y finalmente establecer la estrategia más viable para el pavimento estudiado. Se evidenciará que los costos de mantenimiento de los pavimentos dependen directamente de los deterioros que presentan a lo largo de su ciclo de vida, y que el deterioro no solamente está en función del tránsito y las condiciones climáticas sino también de la calidad de la estructura y su funcionalidad inicial.

Para obtener los costos de mantenimiento es necesario conocer la forma de evolución del deterioro en el tiempo, con esto podremos determinar el momento oportuno de la aplicación de las actividades de

mantenimiento, momento en que está básicamente en función a los indicadores de condición del pavimento, como: IRI, PCI, porcentaje de grietas, baches, etc.

Según **Hidalgo G. (2006)**, para este análisis de costos directos más detallado, se relaciona la calidad del tipo de vía pavimentada y los costos estratégicos, se toman no sólo aspectos técnicos de sino toma en cuenta otros aspectos:

- Progresión de los deterioros en los pavimentos, e influencia de éstos en la condición estructural del Pavimento Flexible (IRI, Deflectometría, entre otros).
- Costos de inversión inicial, Cálculo de Costos y Beneficios, Rentabilidad (VAN, TIR, PR).
- Costos asociados a las estrategias de mantenimiento y rehabilitación planteados.
- Costos de operación vehicular, cobros de peajes, entre otros.

En la Tabla N° 10, menciona que la diferencia entre estos costos es la base para la evaluación económica de una estrategia respecto a otra, o de cualquier estrategia respecto a una alternativa base (cuando no existe proyecto). En referencia, al uso opcional del software HDM4, los análisis de costos de mantenimiento considerados asociados a la evaluación de las estrategias, consideran los criterios siguientes:

Tabla N° 10: Análisis de Costos asociados a las Estrategias de Mantenimiento en Pavimentos Flexibles

Año	Estrategia I (MR)	Estrategia II (MR+MPI)	Estrategia III (MR+MPII)	Periodo de Evaluación (Año)
2019	----	----	----	----
2020	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	01
2021	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Recapeado al 100%	02
2022	Miscelánea al 100%	Recapeado al 100%	Parchado desde el 0 al 5%	03
2023	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	04
2024	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Recapeado al 100%	05
2025	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	06
2026	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	07
2027	Miscelánea al 100%	Recapeado al 100%	Recapeado al 100%	08
2028	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	09
2029	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde el 0 al 5%	10

Fuente: Hidalgo G., J (2006).

- Con respecto a la **Estrategia I**, estos costos de mantenimiento son iguales, debido a que la programación consta de actividades rutinarias de mantenimiento realizadas año a año.
- Con respecto a la **Estrategia II**, se denota una diferencia porcentual de más del 50% en el costo, esto se debe a que las actividades de re-capado están directamente relacionadas con la progresión del IRI y/o PCI; y son además las de mayor costo, este fue el factor que definió o encareció el mantenimiento del pavimento flexible.
- Con respecto a la **Estrategia III**, el costo de mantenimiento del pavimento flexible sigue siendo mayor, ésta vez la brecha entre los costos de mantenimiento sube con respecto a la Estrategia II, esto se debe a que se incorporan actividades de corrección de grietas, y ahuellamientos en el pavimento flexible.

5.2.-CRITERIOS ECONÓMICOS DE SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS

Uno de los factores que se deben considerar cuando se analizan y evalúan las opciones de tratamiento es la relación Costo –Efectividad. Existen distintos métodos para calcular el indicador de “Costo-Efectividad”. Sin embargo, una buena aproximación inicial es usar el “Costo Anual Equivalente (CAE)”, que se determina como:

$$CAE = \frac{\text{Costo Unitario del Tratamiento}}{\text{Vida Esperada del Tratamiento}}$$

Para determinar este indicador en las vías urbanas, puede ser de mucho aporte contar con criterios, mediante la tabla de datos que contenga la siguiente información:

Figura N° 46: Costos y Vida Esperada de Tratamientos para Pavimentos Flexibles ⁽³⁵⁾

Costos y Vida Esperada de Tratamientos para Pavimento Asfálticos	
Tratamiento	Vida Esperada (Años) (*)
Sellado / Relleno de Grietas	3 - 5
Sello Nebulina (Fog Seal)	1 - 4
Sello Granular	2 - 5
Lechada Asfáltica (Slurry Seal)	3 - 8
Sello de Agregados (Chip Seal)	3 - 6
Microaglomerados (Microsurfacing)	3 - 8
Intersueto	1 - 4
Reciclado frío In Situ	8 - 12
Reciclado caliente In Situ	3 - 6
Recapado delgado mezcla en frío	3 - 5
Recapado delgado mezcla en caliente	5 - 8
Programa de Extensión de Pavimentos	7 - 9
Recapado	8 - 15
Reconstrucción Total	20

(*): Estos valores corresponden a valores promedios obtenidos en EEUU y México.

Fuente: Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Bajo este concepto el tratamiento que presente el valor más bajo del CAE debería ser seleccionado. Sin embargo, existen otros factores que se deben tener en cuenta al momento de decidir que alternativa es la más adecuada, tales como la constructibilidad y desempeño (rendimiento) y la satisfacción del usuario. La constructibilidad y desempeño incluyen factores como: la vida esperada y efectos climáticos, la condición y estructura del pavimento existente, y el valor del CAE obtenido para cada tratamiento. Es importante considerar la experiencia en ejecución de obras viales, la disponibilidad de materiales y limitaciones climáticas que pueden afectar la ejecución de los trabajos. Los factores relacionados con la satisfacción del usuario son de tipo social y consideran: interrupción de tránsito, coeficiente de fricción superficial, nivel de ruido, entre otros.

(35): Programa de Mantenimiento y Rehabilitación aplicada en vías, aplicada por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile.

En la siguiente figura se propone un ejemplo comparativo entre dos tratamientos, tipo Sello de Agregados y Micro-aglomerados, donde el resultado que se obtuvo indicó que en este caso particular, sería más adecuado optar por un Micro-aglomerado.

FACTOR DE Ponderación			FACTOR DE Ponderación		FACTOR DE Ponderación		RESULTADO TOTAL	
			Sello Agregado	Microaglomerados		Sello Agregado	Microaglomerados	
ATRIBUTOS DE EFICIENCIA DE TRATAMIENTO								
15	%	Vida útil esperada	3	4	x	0.15	=	0.45
10	%	Efectos Clínicos	2	3	x	0.10	=	0.20
5	%	Influencia de la Formación del Pavimento	3	3	x	0.05	=	0.15
5	%	Influencia de la Condición del Pavimento Existente	4	2	x	0.05	=	0.20
ATRIBUTOS DE CONSTRUCCIÓN								
10	%	Costo - Eficiencia (CAE)	5	4	x	0.10	=	0.50
5	%	Conductancia de Calidad	4	3	x	0.05	=	0.20
10	%	Disponibilidad de Materiales de Calidad	3	2	x	0.10	=	0.30
5	%	Entendimiento Operacional	5	4	x	0.05	=	0.25
ATRIBUTOS DE SATISFACCIÓN DE USUARIOS								
100	%	Integración del Tránsito	1	6	x	0.20	=	1.20
5	%	Ruido	1	6	x	0.05	=	0.30
100	%	Entendimiento Operacional	10	10	x	0.10	=	1.00
								2.90
FACTOR DE PONDERACIÓN POR LA OPCIÓN DE TRATAMIENTO (Total = 100%)								
1 - Muy importante								
4 - In portante								
3 - Algo importante								
2 - Poco importante								
1 - No importante								

5.3.-GENERACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO Y SUS ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN EN LOS PAVIMENTOS URBANOS

MANTENIMIENTO RUTINARIO (PAVIMENTOS FLEXIBLES)

CRITERIOS	VALOR
Espesor de carpeta asfáltica	Mayor o igual a 10 cm
Baches	De 0% a 10%
Ahuellamiento	De 0% a 5%
Bombeo	De 2% a 3%
Señalización	Si cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Limpias
Puentes, muros de contención	Buen estado

66

MANTENIMIENTO PERIÓDICO (PAVIMENTOS FLEXIBLES)

Tabla N° 12: Criterios para establecer el nivel de Mantenimiento Periódico en Pavimentos Flexibles

CRITERIOS	VALOR
Espesor de carpeta asfáltica	De 5 a 10 cm
Baches	De 10% a 40%
Ahuellamiento	De 5% a 15%
Bombeo	Menor a 2%
Señalización	No cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Limpias a medianamente colmatadas
Puentes, muros de contención	De buen estado a regular

Fuente: Estándares de Mantenimiento MTC (2013)

En resumen, se presenta como ejemplos las acciones a ejecutarse que conforman los Planes de Mantenimiento Rutinario y Periódico (ver Tabla N° 13).

Tabla N° 13: ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN SEGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO

TIPO DE MANTENIMIENTO	ACCIONES A INTERVENIRSE
MANTENIMIENTO RUTINARIO	Limpieza de plataforma Desbroce y limpieza de maleza. Bacheo de calzada y berma Limpieza de cunetas laterales Limpieza de alcantarillas Mantenimiento de señales
MANTENIMIENTO PERIÓDICO	Sellado de grietas Lechada asfáltica Micro-aglomerado Sello con arena-asfalto

Fuente: Estándares de Mantenimiento MTC (2013)

REHABILITACIÓN

La rehabilitación tiene como objetivo restablecer la capacidad estructural y funcional de la vía urbana a intervenir. En la mayoría de los casos, la rehabilitación sólo es necesaria cuando no ha existido una conservación vial adecuada (ver Tabla N° 14).

Tabla N° 14: Criterios para establecer el nivel de Rehabilitación en pavimentos flexibles

CRITERIOS	VALOR
Espesor de carpeta asfáltica	Menor de 5 centímetros
Baches	De 40% a 60%
Ahuellamiento	De 15% a 30%
Bombeo	Menor a 2%
Señalización	No cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Medianamente colmatadas a colmatadas
Puentes, muros de contención	Mal estado

Fuente: Estándares de Mantenimiento MTC (2013)

VI.- ORDEN DE PRIORIDADES

Luego de realizados los procesos de la evaluación de estrategias, se debe efectuar una priorización de las vías urbanas o secciones de vías a intervenir por medio de un índice de prioridad que se apoyará en el índice de condición del pavimento flexible, para tener claro que vías necesitan de una intervención urgente.

Para lograr ello, el índice de prioridad se calculará después que todos los parámetros necesarios son incorporados en el inventario vial urbano, el levantamiento de los defectos en las vías urbanas, la identificación de los deterioros de los pavimentos flexibles y la selección de la estrategia a utilizar sobre la vía urbana evaluada. La priorización de vías se realiza por medio de un índice de prioridades, el cual de manera cuantitativa nos dará claridad de cual vía es totalmente urgente intervenir, ya que en este análisis cuantitativo representado por una ecuación evalúa factores determinantes como son: el índice de condición del pavimento, factor del tráfico, factor de la clasificación funcional, factor de ruta, y el factor del mantenimiento.

Según Gueller B. (2012), la ecuación mostrada se encuentra basada en el **Modelo Tavakoli**. El Modelo Tavakoli es un modelo de gestión que sirve para identificar el estado del pavimentado utilizado en las vías, para así poder identificar qué obra de mantenimiento vial necesita dicha vía o tramo vial; y se priorizará por medio del modelo de necesidades de las vías urbanas para poder intervenirla. Cabe resaltar, que este modelo es utilizado en la ciudad de Sao Paulo (Brasil), para la gestión de los pavimentos urbanos.

Este modelo, además de comparar, priorizar y asignar recursos a diferentes alternativas de mantenimiento, tiene como objetivo la optimización de los recursos de mantenimiento, para garantizar un alto aseguramiento de la calidad de los trabajos en el mantenimiento vial.

El índice de prioridad es calculado con la ayuda de la siguiente ecuación:

Ecuación de Orden de Prioridades (Modelo Tavakoli)

$$PI = \frac{1}{PCI} \times TF \times FC \times TR \times MF$$

Donde,

PI = índice de Prioridad

PCI = índice de condición del pavimento flexible evaluado

TF = factor de tráfico.

FC = factor de clasificación funcional.

TR = factor de ruta

MF = factor de mantenimiento (varía de 0 a 0.6; dependiendo de los índices de mantenimiento).

Índice de mantenimiento; que varía de 0 a 5, dependiendo de los costos de mantenimiento.

Con respecto a la escala de los resultados (IP), obtenidos varía de 0 a 1; siendo “cero” (0) para situaciones donde no se requieren intervenciones inmediatas en el pavimento evaluado, y de “uno” (1) o mayor que (1), para aquellas secciones donde las intervenciones deben priorizarse.

Para el soporte de realizar este cálculo, se apoya en la información establecida en la Figura N° 48, en donde se encuentran los parámetros necesarios para realizar dicho cálculo.

Figura N° 48: Factores para Cálculo de Orden de Prioridades en intervención de Vías Urbanas

Valores Numéricos para os fatores do cálculo do índice de Prioridade	
Fator	Dados
PCI	$PCI = 100 - \text{total de pontos de defeitos}$
II	<p>Índice Dreno Médio (IDM)</p> <p>TDM = 0-99 TF= 10;</p> <p>IDM =100-499 TF= 20;</p> <p>IDM =500-999 TF= 30;</p> <p>TDM =1000-1999 TF= 40;</p> <p>IDM =2000-4999 TF= 50;</p> <p>TDM ≥ 5000 TF= 100,</p>
FC	<p>Arterial = 1,2</p> <p>Coletora =1,1</p> <p>Local = 1,0</p>
IR	<p>Residencial = 1,0</p> <p>Lazer =1,0</p> <p>Comercial =1,1</p> <p>Servicos= 1,1</p>
MF	$MF = \frac{1 + \text{índice de manutenção}}{10}$ <p>1A=0</p> <p>A=1</p> <p>B=2</p> <p>C=3</p> <p>D=4</p> <p>E=5</p>
Índice de Manutenção	

A Figura 2.6 resume como funciona este módulo e como o PCI e o PSI influenciam diretamente na escolha da estratégia de manutenção e reabilitação da seção do pavimento.

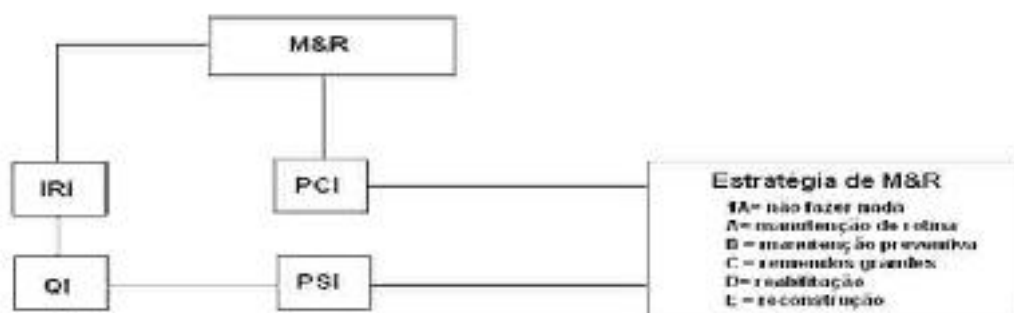


Figura 2.6 – Estratégia de manutenção e reabilitação.

Fuente: Gueller B. Virginia (2012).

Figura N° 49: Estratégias de mantenimiento de pavimentos acorde a índices de mantenimiento

Tabela – Estratégias de manutenção/reabilitação dos pavimentos.	
Estratégia de manutenção/reabilitação	
1A	Não fazer nada
A	Manutenção de rotina
B	Manutenção preventiva
C	Ação Emergencial
D	Reabilitação
E	Reconstrução

Cada estratégia corresponde as intervenções propostas para cada seção de pavimento, sendo essas intervenções para pavimentos asfálticos indicadas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6– Intervenções nos pavimentos asfálticos, segundo a estratégia escolhida.

Estratégia	Intervenções
1A Não fazer nada	Nenhuma
A Manutenção de rotina	Tapa-Buracos
B Manutenção preventiva	Tapa-Buracos Microrevestimento
C Ação Emergencial	Remendos Grandes, Tapa - buracos , afundamento de trilha de roda
D Reabilitação	Fresagem de 4 cm da superfície, e Recobrimento de 4 cm da superfície com CAUQ.
E Reconstrução	Remoção e substituição de toda estrutura do pavimento por:

4 cm	CAUQ
23 cm	BGS
21 cm	SOLO SELECIONADO
	CBR=4%

Fuente: Gueller B. Virginia (2012).

Figura N° 50: Estratégias de mantenimiento en función al indicador PCI y PSI

Com o valor do PCI e do PSI de cada seção foi possível propor um tipo de intervenção. A Tabela 2.7 mostra como cada estratégia de manutenção ou reabilitação foi selecionada.

Tabela 2.7- Estratégias de manutenção em função do PCI e do PSI

PCI %	Considerações	Opções
96-100	Nenhum defeito	1A
76-95	Nada	A
61-75	Valor normal/poucos defeitos na superfície	A
	Preponderância de defeitos superficiais	U
	Preponderância de defeitos superficiais	B
	Defeitos uniformemente distribuídos	C
51-60	Preponderância de defeitos estruturais ou muita irregularidade (PSI < 2,0)	D
41-50	Relativamente suave (PSI > 2,5)	C
	Irregular (PSI < 2,5)	D
26-40	Suave a Irregular (PSI > 2,0)	D
	Muito Irregular (PSI < 2,0)	E
0-25	Nada	E

2) **Manutenção e reabilitação dos pavimentos** – Neste módulo foi selecionada uma estratégia de manutenção e reabilitação dos pavimentos através do PCI anteriormente calculado e do IRI levantado em campo. Com o valor do IRI de cada seção foi possível calcular o QI, através da correlação proposta por Barella (2008), e com o QI foi possível chegar a um valor de PSI (DNIT, 2006), através das equações:

$$QI = 15,12 \times IRI - 10 \quad (29)$$

$$PSI = 4,66 \times e^{-0,00054 \times QI} \quad (30)$$

Onde:

QI – Quociente e Irregularidade;

PSI – *Present Serviceability Index*;

IRI – Índice Internacional de Irregularidade.

Ressalta-se que o PSI é extremamente necessário para a seleção das estratégias de manutenção mais severas e para a reabilitação dos pavimentos. As estratégias de manutenção e reabilitação dos pavimentos são seis e estão classificadas de acordo com a Tabela 2.5.

Fuente: Gueller B. Virginia (2012).

Figura N° 51: Aplicación del índice de prioridad y estrategias de mantenimiento en función al PCI obtenido

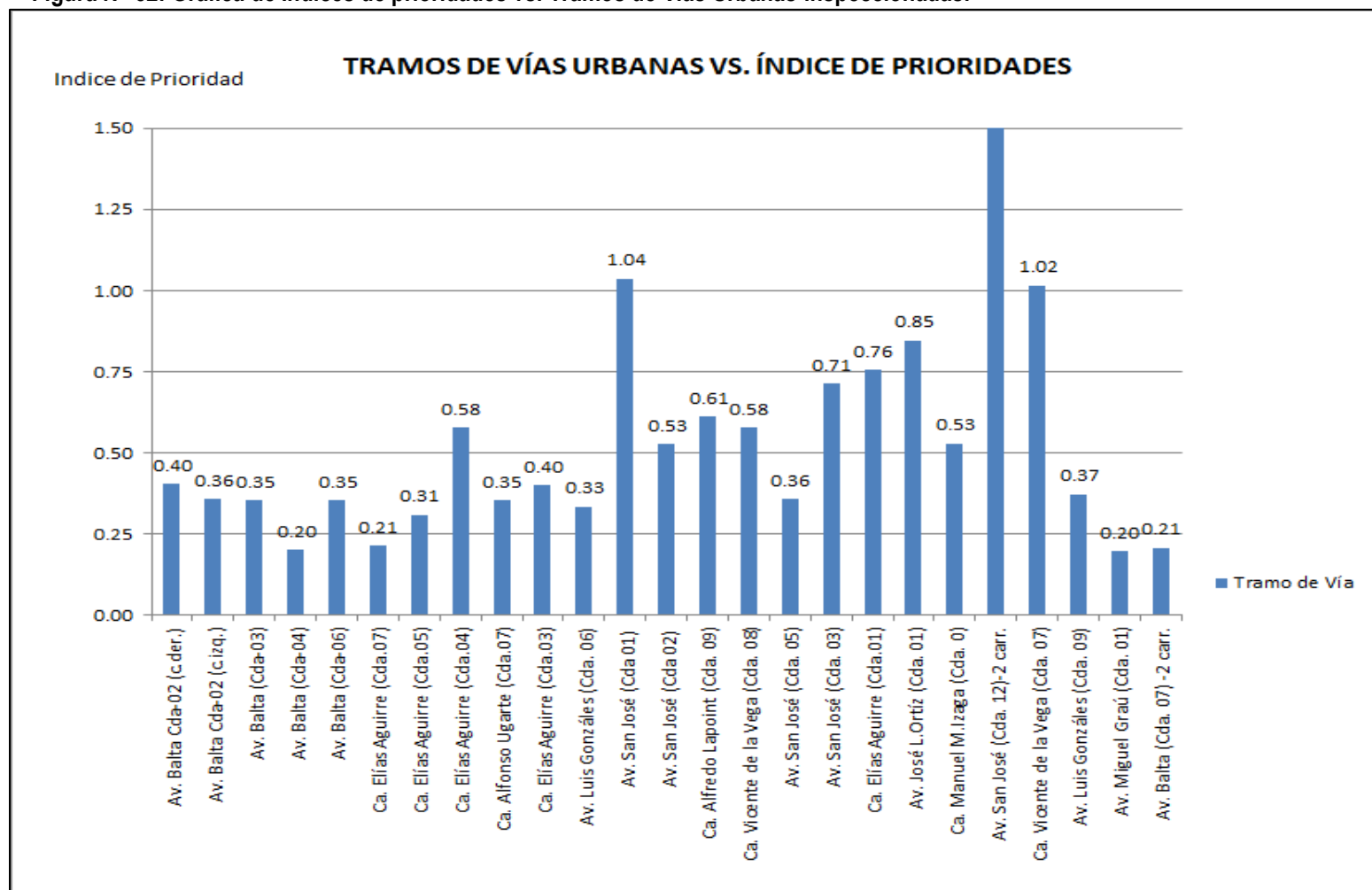
Índice de prioridades según Modelo de Tavakoli															
Unidad Muestra N°	Nombre de Calle/Avenida en Cercado de Chiclayo	Tipo de Vía	Area de Muestra (m2)	VDM	Uso predom.	Condición de Pavimento	PCI	TF	FC	TR	MF	Opción	Índice de mant.	Estrategía de Mantenimiento	ÍNDICE DE PRIORIDAD (PI)
1	Av. Balta Cda-02 (c.der.)	Colectora	127.80	1799	Comercial	Regular	48	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.40
2	Av. Balta Cda-02 (c.izq.)	Colectora	127.80	1799	Comercial	Regular	54	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.36
3	Av. Balta (Cda-03)	Colectora	127.80	1657	Comercial	Regular	55	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.35
4	Av. Balta (Cda-04)	Colectora	127.80	1657	Comercial	Bueno	72	40	1.1	1.1	0.3	B	2	Mant. Correctivo menor	0.20
5	Av. Balta (Cda-06)	Colectora	127.80	1657	Comercial	Regular	55	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.35
6	Ca. Elías Aguirre (Cda.07)	Local	161.00	1920	Comercial	Regular	62	40	1.1	1.0	0.3	B	2	Mant. Correctivo menor	0.21
7	Ca. Elías Aguirre (Cda.05)	Local	150.50	1920	Comercial	Regular	57	40	1.1	1.0	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.31
8	Ca. Elías Aguirre (Cda.04)	Local	150.50	1920	Comercial	Malo	38	40	1.1	1.0	0.5	D	4	Rehabilitación	0.58
9	Ca. Alfonso Ugarte (Cda.07)	Local	247.50	1920	Comercial	Regular	50	40	1.1	1.0	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.35
10	Ca. Elías Aguirre (Cda.03)	Local	150.50	1525	Comercial	Regular	44	40	1.1	1.0	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.40
11	Av. Luis Gonzáles (Cda. 06)	Colectora	292.50	1525	Comercial	Regular	58	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.33
12	Av. San José (Cda 01)	Colectora	369.00	1924	Servicios	Malo	28	40	1.1	1.1	0.6	E	5	Reconstrucción	1.04
13	Av. San José (Cda 02)	Colectora	369.00	1924	Servicios	Regular	46	40	1.1	1.1	0.5	D	4	Rehabilitación	0.53
14	Ca. Alfredo Lapoint (Cda. 09)	Local	231.00	1097	Comercial	Malo	36	40	1.1	1.0	0.5	D	4	Rehabilitación	0.61
15	Ca. Vicente de la Vega (Cda. 08)	Local	236.50	1097	Comercial	Malo	38	40	1.1	1.0	0.5	D	4	Rehabilitación	0.58
16	Av. San José (Cda. 05)	Colectora	324.00	1924	Comercial	Regular	54	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.36
17	Av. San José (Cda. 03)	Colectora	261.00	1924	Comercial	Malo	34	40	1.1	1.1	0.5	D	4	Rehabilitación	0.71
18	Ca. Elías Aguirre (Cda.01)	Colectora	337.50	2001	Comercial	Malo	40	50	1.1	1.1	0.5	D	4	Rehabilitación	0.76

19	Av. José L. Ortíz (Cda. 01)	Arterial	321.75	2001	Servicios	Malo	39	50	1.2	1.1	0.5	D	4	Rehabilitación	0.85
20	Ca. Manuel M. Izaga (Cda. 0)	Local	270.00	2966	Servicios	Regular	52	50	1.1	1.0	0.5	D	4	Rehabilitación	0.53
21	Av. San José (Cda. 12)-2 carr.	Colectora	261.00	2041	Residencial	Malo	21	50	1.1	1.1	0.6	E	5	Reconstrucción	1.73
22	Ca. Vicente de la Vega (Cda. 07)	Local	236.50	1097	Comercial	Malo	26	40	1.1	1.0	0.6	E	5	Reconstrucción	1.02
23	Av. Luis Gonzáles (Cda. 09)	Colectora	292.50	1525	Comercial	Regular	52	40	1.1	1.1	0.4	C	3	Mant. Correctivo mayor	0.37
24	Av. Miguel Graú (Cda. 01)	Colectora	266.60	1419	Servicios	Bueno	74	40	1.1	1.1	0.3	B	2	Mant. Correctivo menor	0.20
25	Av. Balta (Cda. 07) -2 carr.	Colectora	378.40	1097	Comercial	Bueno	70	40	1.1	1.1	0.3	B	2	Mant. Correctivo menor	0.21

TOTAL:25

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 52: Gráfica de Índices de prioridades vs. Tramos de Vías Urbanas inspeccionadas.



Fuente: Elaboración propia.

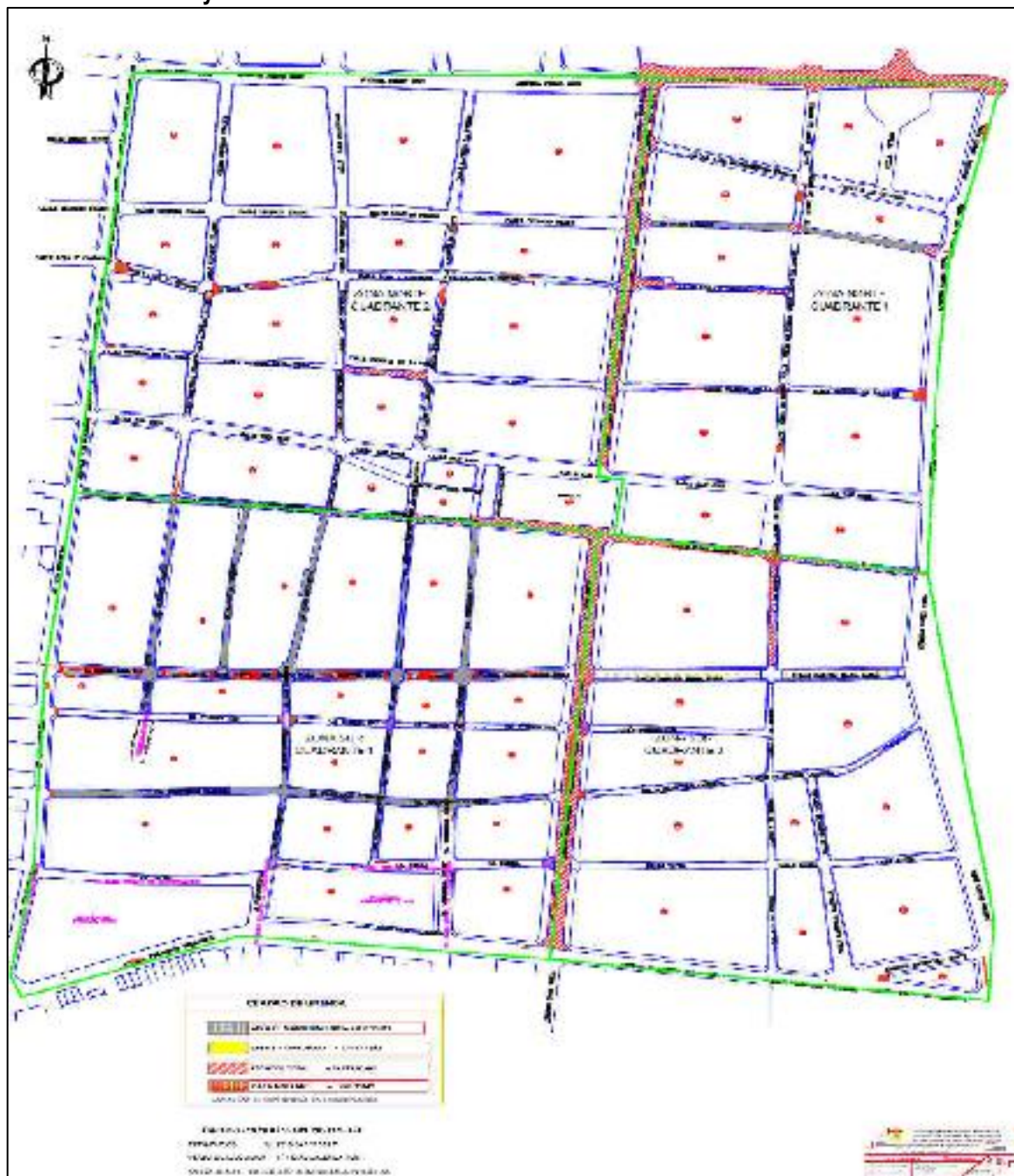
VII.- ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

Es necesario establecer la “sectorización” para el Cercado de Chiclayo para las actividades de mantenimiento de los pavimentos flexibles en Zonas, como “Zona Norte” y “Zona Sur”, y para cada una de estas Zonas, divididas por Cuadrantes.

CERCADO DE CHICLAYO

En tal sentido, se presentan a continuación, para el Cercado de Chiclayo Zona Norte, la descripción de dos Cuadrantes. Con uso opcional del SIG, será posible mostrar las avenidas y calles a intervenir para el mantenimiento de los pavimentos flexibles programadas y presupuestadas, en el año 2019.

Figura N° 53: Cercado de Chiclayo, divididos en ZONA NORTE y ZONA SUR, con sus respectivos CUADRANTES 01 y 02.



Fuente: Elaboración propia

ZONA I (ZONA NORTE)

Comprende actividades para la estructura del pavimento como parchado del pavimento flexible y re-capeo del pavimento asfáltico con carpeta asfáltica en caliente (espesor de 2"), incluyendo señalización horizontal en pavimento. Asimismo, para esta zona, se ha considerado labores de escarificado y mejoramiento de la Base (E=0.10 m), perfilado y compactado, colocación de cama de arena y asentado de adoquines de piedras existentes con sellado de arena gruesa.

CUADRANTE N° 01: Cuadrante que comprende con el cerramiento de los tramos viales, entre las Avenidas Sáenz Peña, Av. Pedro Ruiz, Avenida José Balta y Calle Elías Aguirre.

CUADRANTE N° 02: Cuadrante que comprende con el cerramiento de los tramos viales, entre las Avenidas José Balta, Av. Pedro Ruiz, Av. Luis Gonzáles y Calle Elías Aguirre.

Figura N° 54: Propuesta de Presupuesto de Mantenimiento Anual (2019)

ZONA I: ZONA NORTE (CUADRANTES N° 01 y N° 02)

CRONOGRAMA DE ADQUISICION DE MATERIALES												
PROYECTO: MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES-CERCADO DE CHICLAYO												
Mes	1er Mes				2do Mes				3er Mes			
ACTIVIDADES	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma Semana	8va Semana	9na Semana	10ma Semana	11ra Semana	TOTAL
CUADRANTE 1												
1. TRABAJOS PRELIMINARES	7,974.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,974.46
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	2,424.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,424.80
3. PAVIMENTO	25,124.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,124.98
4. SEÑALIZACION	1,527.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,527.32
5. PRUEBAS DE CAMPO	354.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	354.00
CUADRANTE 2												
1. TRABAJOS PRELIMINARES	1,445.59	1,445.59	1,445.59	1,445.59	1,445.59	1,447.18	1,445.59	1,445.59	1,445.59	1,445.59	1,445.59	15,903.09
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	26,815.61	26,831.71	26,831.71	26,831.71	26,831.71	26,815.61	-	-	-	-	-	160,958.07
3. PAVIMENTO	-	88,353.14	88,415.01	88,415.01	88,353.14	88,415.01	88,415.01	88,353.14	-	-	-	618,719.45
4. SEÑALIZACION	-	-	-	-	-	-	1,804.46	6,302.10	6,302.10	6,302.10	6,302.10	27,012.86
5. PRUEBAS DE CAMPO	-	765.38	765.92	765.92	765.38	765.92	765.92	765.38	-	-	-	5,359.80
DIR. TECNICA Y ADM. 5%	3,283.34	5,869.79	5,872.91	5,872.91	5,869.79	5,872.19	4,621.55	4,843.31	387.38	387.38	387.38	43,267.94
GASTOS GENERALES 5%	3,283.34	5,869.79	5,872.91	5,872.91	5,869.79	5,872.19	4,621.55	4,843.31	387.38	387.38	387.38	43,267.94
TOTAL	72,233.44	129,135.40	129,204.05	129,204.05	129,135.40	129,188.09	101,674.07	106,552.83	8,522.46	8,522.46	8,522.46	951,894.71

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que para el primer año (2019), la propuesta para las primeras intervenciones destinadas para mantenimiento de los pavimentos flexibles ubicada en la Zona I (Zona Norte) que comprende a los Cuadrantes 01 y 02, considera la elaboración de un presupuesto de ejecución, que asciende a la suma de **S/. 951,894.71 Soles**, estimando un plazo de ejecución aproximado de 11 semanas, equivalente a un lapso de 03 meses.

ZONA II (ZONA SUR)

Comprende actividades para la estructura del pavimento como parchado del pavimento flexible y recapeo del pavimento asfáltico con carpeta asfáltica en caliente (espesor =2"), incluyendo señalización horizontal en pavimento.

CUADRANTE N° 01: Cuadrante que comprende con el cerramiento de los tramos viales entre las Avenidas José Balta, Av. Bolognesi, Avenida Luis Gonzáles y Calle Elías Aguirre.

CUADRANTE N° 02: Cuadrante que comprende con el cerramiento de los tramos viales entre las Avenidas José Balta, Av. Bolognesi, Av. Sáenz Peña y Calle Elías Aguirre.

Figura N° 55: Propuesta de Presupuesto de Mantenimiento Anual (2019)
ZONA II: ZONA SUR (CUADRANTES N° 01 y N° 02)

CRONOGRAMA DE ADQUISICION DE MATERIALES									
PROYECTO:									
Mes	1er Mes				2do Mes				
ACTIVIDADES	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma. Semana	8va. Semana	TOTAL
CUADRANTE 1									
1. TRABAJOS PRELIMINARES	8,343.39	-	-	-	-	-	-	-	8,343.39
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,630.93	-	-	-	-	-	-	-	3,630.93
3. PAVIMENTO	35,862.09	-	-	-	-	-	-	-	35,862.09
4. SEÑALIZACION	2,333.74	-	-	-	-	-	-	-	2,333.74
CUADRANTE 2									
1. TRABAJOS PRELIMINARES	2,681.17	2,681.17	2,681.17	2,681.17	2,681.17	1,915.12	-	-	15,320.98
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	24,473.27	3,496.18	-	-	-	-	-	-	27,969.45
3. PAVIMENTO	-	97,311.42	97,311.42	97,311.42	97,311.42	-	-	-	389,245.69
4. SEÑALIZACION	-	-	-	11,526.08	11,526.08	8,234.70	-	-	31,286.87
5. PRUEBAS DE CAMPO	-	171.93	171.93	171.93	171.93	-	-	-	687.72
DIR. TECNICA Y ADM. 5%	3,866.23	5,183.03	5,008.23	5,584.53	5,584.53	507.49	-	-	
GASTOS GENERALES 5%	3,866.23	5,183.03	5,008.23	5,584.53	5,584.53	507.49	-	-	
TOTAL	85,057.05	114,026.77	110,180.98	122,859.67	122,859.67	11,164.81	-	-	566,148.94

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que para el primer año (2019), la propuesta para las primeras intervenciones destinadas para mantenimiento de los pavimentos flexibles ubicada en la Zona II (Zona Sur) que comprende a los Cuadrantes 01 y 02, considera la elaboración de un presupuesto de ejecución, que asciende a la suma de **S/. 566,148.94 Soles**, estimando un plazo de ejecución aproximado de 06 semanas, equivalente a un lapso no menor de 02 meses.

Tabla N° 15: Propuesta del Presupuesto Anual (2019) para intervenciones en el Mantenimiento Anual para las Vías Urbanas con Pavimentos Flexibles en el Cercado de Chiclayo

Presupuesto Anual (2019)	1er Semestre 2019 ZONA NORTE	2do Semestre 2019 ZONA SUR	Monto Anual Total (2019)
Expediente Técnico	S/. 80,000.00	S/. 50,000.00	S/. 130,000.00
Pavimentación ZONA I			
Zona Norte	S/. 951,894.71	-----	S/. 951,894.71
(Cuadrante N° 01)			
(Cuadrante N° 02)			
Pavimentación ZONA II			
Zona Sur			
(Cuadrante N° 01)	-----	S/. 566,148.94	S/. 566,148.94
(Cuadrante N° 02)			
Controles de Calidad	S/. 30,000.00	S/. 20,000.00	S/. 50,000.00
Limpieza final de Obra	S/. 8,000.00	S/. 7,000.00	S/. 15,000.00
Supervisión	S/. 25,000.00	S/. 15,000.00	S/. 40,000.00
Total por Periodo	S/. 1,094,594.71	S/. 658,148.94	S/. 1,752,743.65

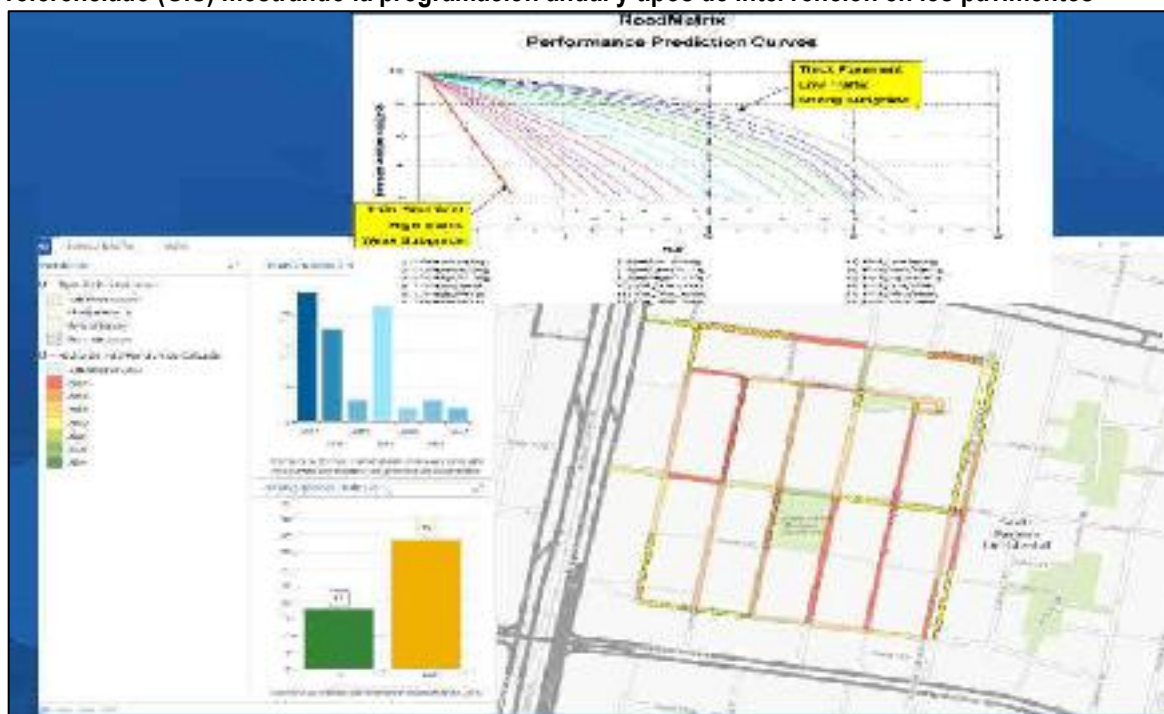
Fuente: Elaboración propia

VIII.- ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Luego, se procederá a programar el mantenimiento de las vías urbanas priorizadas, basándose en la disponibilidad financiera de recursos transferidos a la Municipalidad, siendo importante la generación de planes de mantenimiento vial urbana, que será información útil en la toma de decisiones, previamente al manejo de recursos transferidos solicitados a través de proyectos de no inversión sustentados en Fichas de Proyectos de No Inversión (IOARR), organizándose éstos recursos (gastos corrientes) para su proyección a través de cronogramas anuales en concordancia a su presupuesto anual destinado a la conservación vial urbana, y con los lineamientos establecidos en el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (INVIERTE.PE), siendo esta priorización también programada por la Municipalidad.

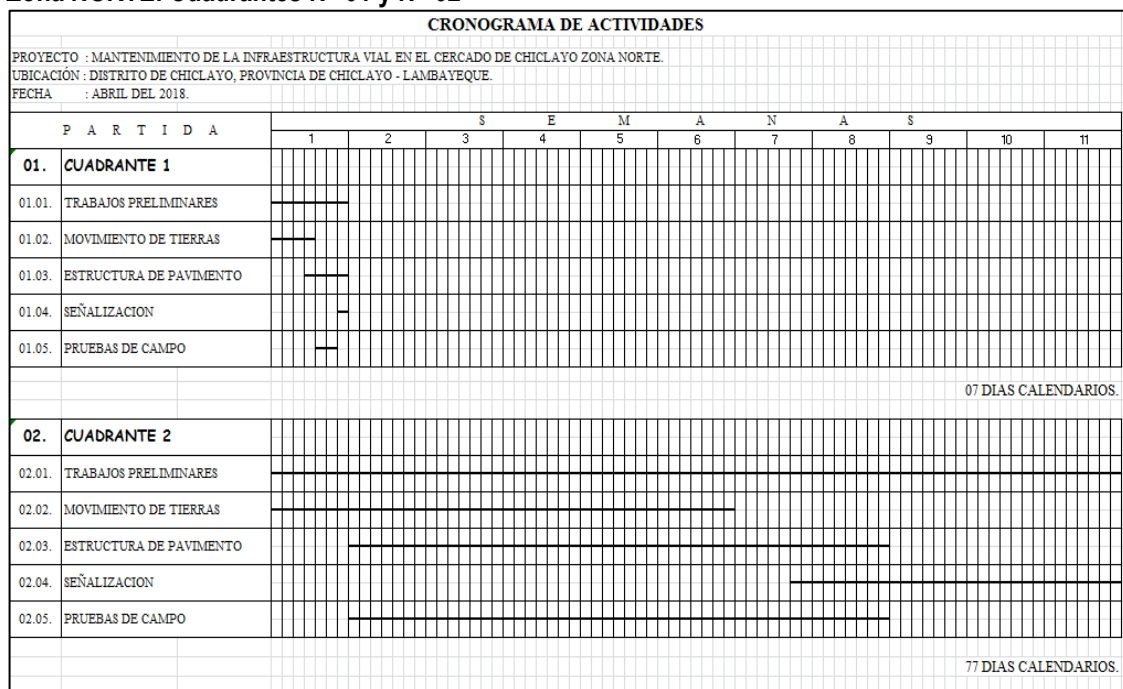
Es competencia de la Municipalidad, el de mantener las vías urbanas en buen estado de conservación, es por ello que se sugiere considerar como soporte, el de administrar un sistema de información, tal es el caso de GIS (Sistema de Información Geo-referenciado), como sistema gestor de base de datos, que permite realizar diversas consultas con información de los registros de la base de datos, y a partir de estos elaborar informes y/o reportes. Con esta herramienta se logrará consultar los registros históricos de mantenimientos en las vías urbanas, estableciéndose así un procedimiento de gestión sostenible útil para la gestión en conservación de pavimentos urbanos, de forma más eficiente en procura de administrar mejor los recursos transferidos, y dar mayor seguimiento y control a las actividades de mantenimiento vial urbano.

Figura N° 56: Consultas mediante Gráficos y Mapas, con uso de un Sistema de Información Geo-referenciado (GIS) mostrando la programación anual y tipos de intervención en los pavimentos



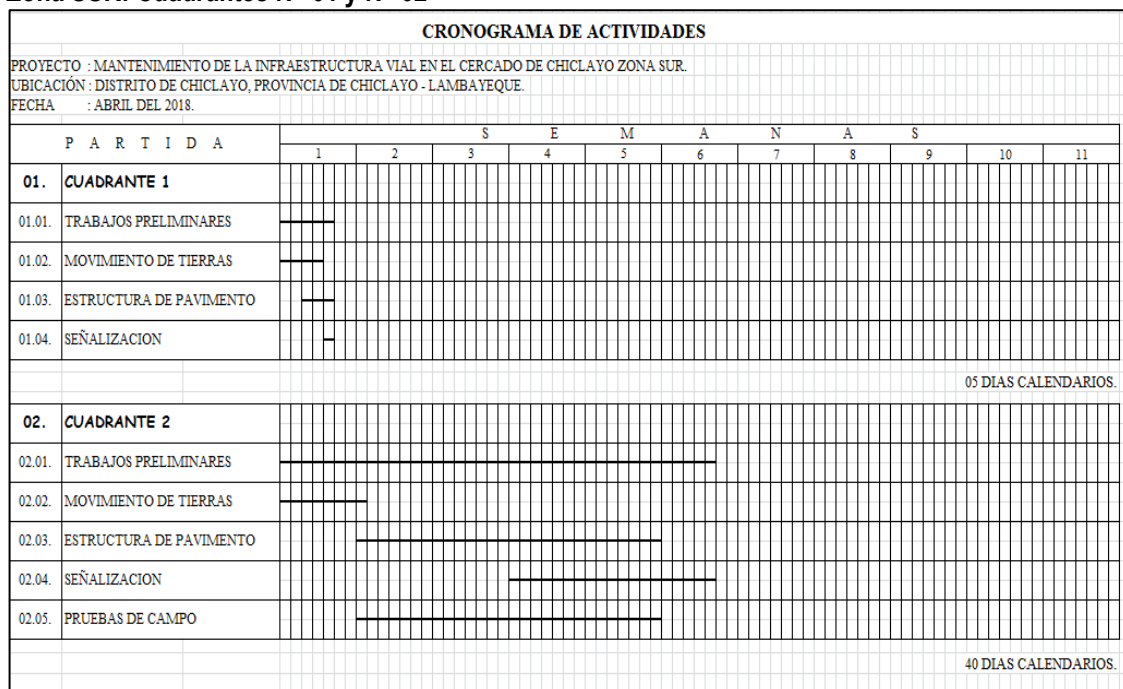
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 57: Cronograma de Actividades de Mantenimiento - Zona I
Zona NORTE: Cuadrantes N° 01 y N° 02



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 58: Cronograma de Actividades de Mantenimiento - Zona II
Zona SUR: Cuadrantes N° 01 y N° 02



Fuente: Elaboración propia

IX.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La propuesta se basa en la elaboración de un sistema de aseguramiento de la calidad, a fin de obtener el nivel de calidad, con fines de obtener el nivel de calidad de servicio adecuado para estas obras. Para lograr esto se deberá imponer un plan de confección y elaboración de instrucciones metodológicas, procedimientos o protocolos de calidad. Para lograr el objetivo expuesto anteriormente, se sugiere los siguientes procedimientos:

- Revisión de las normas e instrucciones técnicas existentes (relacionados con Pavimentos Urbanos, y pavimentos flexibles).
- Redacción de instrucciones técnicas para los diferentes trabajos (Directivas de Mantenimiento Vial, Guías de Mantenimiento, Manuales de Supervisión, entre otros).
- Establecimientos de los requisitos de aceptación de los diferentes trabajos (de ser el caso, encargados a terceros, mediante con protocolos de calidad).
- Capacitación del personal tanto en lo referente a los sistemas de calidad, como a la aplicación de las instrucciones y metodologías.

Asimismo, partiendo de un contrato, en el que se encuentran especificados todos los actos inherentes a la obra, se comenzará el proceso constructivo en el que para su control, se sugiere los siguientes pasos:

- Apertura del Cuaderno de Obra.
- Chequeo del replanteo del eje de la vía.
- Chequeo del perfil longitudinal del eje de la vía.
- Chequeo del perfil transversal del eje de la vía.
- Controles de calidad de las obras (pavimentación).
- Verificación de los controles de calidad de las obras (niveles, compactación, etc.)
- Controles de calidad en la pavimentación, sub-base, base, etc.
- Control del presupuesto (trabajos ejecutados y controles de calidad).
- Chequeo de la organización de la obra (personal clave y especialistas en obra)

Esto en general constituye la ruta a seguir, partiendo de un contrato que como ya se ha señalado debe reflejar todo lo que tenga relación con la calidad de los materiales, su control respectivo, el método constructivo recomendado, controles, chequeos y verificación que se realizarán, así como los requisitos de aceptación para todos los aspectos de la obra.

X.- RETROALIMENTACIÓN

Es necesario realizar la retroalimentación como una forma de mantener la información actualizada en las vías urbanas, para futuras intervenciones y es por ello que en la actualidad, considerando alinearse las políticas nacionales con la sostenibilidad de la conservación vial urbana, de manera preventivo para la mejora toma de decisiones en base a la información actualizada (inventario vial urbano) y adoptar los mejores niveles de intervención para la gestión del mantenimiento en pavimentos urbanos, es primordial apoyándose en un sistema de administración de información, siendo el caso más frecuente, la aplicación y manejo del Sistema de Información Geo-referenciado (GIS) estableciéndose así un procedimiento de gestión sostenible útil para la gestión en conservación de pavimentos urbanos, y de forma más eficiente en procura de administrar mejor los recursos transferidos, y brindar mayor seguimiento y monitoreo a las actividades de mantenimiento vial urbano, y que en cada actualización se retroalimente periódicamente está información técnica, importante para la toma de decisiones a nivel de gerencial.

Figura N° 59: Retroalimentación de la Gestión de Mantenimiento en Pavimentos Urbanos



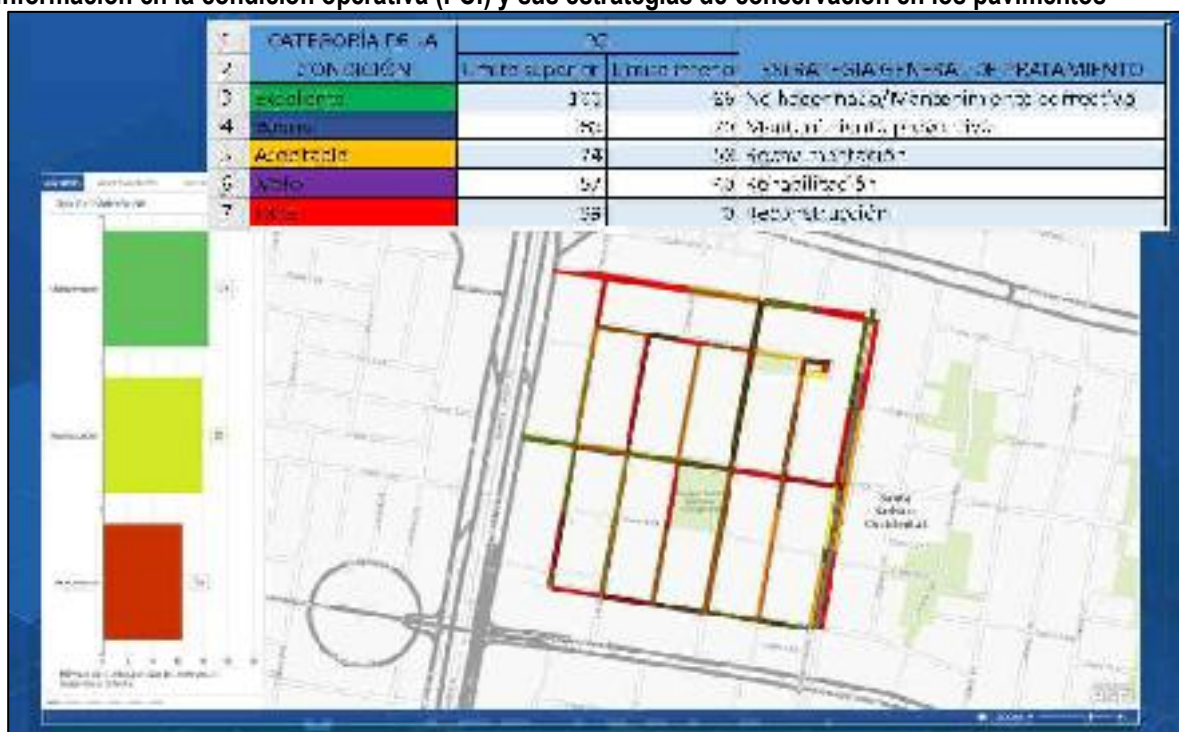
Fuente: Elaboración propia

ASPECTOS IMPORTANTES EN LA RETROALIMENTACIÓN

- Con respecto a las Estrategias propuestas para el Mantenimiento de Vías Urbanas, la Estrategia III, es la que permite tener una mayor performance del pavimento flexible, esto lleva a una cadena de beneficios, como menores costos vehiculares y de usuarios; estos beneficios no se han contabilizado en el análisis de costos de mantenimiento.
- En la mayoría de los pavimentos flexibles peruanos, sería difícil aplicar la Estrategia III, como ésta, ya que resultarían costos de mantenimiento muy altos, dadas las condiciones de diseño de la vía urbana. Por ende, es que habría que cambiar el diseño inicial a valores más conservadores de IRI, para que la progresión de los deterioros no sean tan aceleradas, y de esta manera no se necesite aplicar actividades de mantenimiento severas en tiempos poco espaciados.
- El desarrollo del ciclo del deterioro del pavimento flexible, depende no solamente de los factores climáticos y de las cargas de tránsito sino también de la calidad o performance que presente el pavimento al inicio, esto a su vez está relacionado al buen diseño del pavimento y su buena construcción, es sabido que esto requiere de una mayor inversión inicial, pero que convendrá a largo plazo al invertir menos en el mantenimiento o rehabilitación. Esto se corrobora al comparar los costos obtenidos de los pavimentos flexibles para las diferentes estrategias de mantenimiento.
- El control de avance del deterioro es importante porque se ha visto que a mayor progresión de estos índices, más fuerte se toma y en el tiempo, la aceleración con que progresa es mayor. Cabe recordar que el objetivo de la gestión, es mantener en buenas condiciones los pavimentos de tal manera que éstos lleguen a brindar el servicio para el que fueron diseñados.
- Finalmente, es importante que en la sexta fase de Retroalimentación, se genere toda la información posible dispuesto en una Base de Datos, como soporte informático el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), el software más conocido ARC-GIS, inventariando la infraestructura vial urbana del

Distrito de Chiclayo, y por ende, conocer el estado actual de los pavimentos de las vías urbanas, así como conocer el estado de los últimos proyectos ejecutados, e intervenciones que requieran mantenimiento en bases a prioridades, y en el caso de Obras Ejecutadas, iniciar el seguimiento del estado actual de los pavimentos a nivel de mantenimiento, recurriendo como apoyo el soporte informático del uso opcional del software HDM4.

Figura N° 60: Consultas mediante Gráficos y Mapas, con uso opcional de GIS como soporte de información en la condición operativa (PCI) y sus estrategias de conservación en los pavimentos



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

- 4.1.1.- La Municipalidad Provincial de Chiclayo no cuenta con una política de conservación de pavimentos flexibles en las vías urbanas del distrito de Chiclayo.
- 4.1.2.- La Municipalidad Provincial de Chiclayo, carece de un sistema de información que le permita recoger datos de las necesidades de la red vial urbana con pavimentos flexibles.
- 4.1.3.- El deterioro de los pavimentos flexibles en las vías urbanas del distrito de Chiclayo, se debe principalmente al incremento imprevisto del tránsito vehicular.
- 4.1.4.- Con respecto al nivel de mantenimiento de los pavimentos flexibles en las vías urbanas del distrito de Chiclayo, es de nivel bajo.

4.2.- RECOMENDACIONES

- 4.2.1.- Recomendar a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, implementar un sistema de información de la red vial urbana del Distrito de Chiclayo.
- 4.2.2.- Recomendar a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, implementar la creación de la Sub-Gerencia de Conservación Urbana y Mantenimiento Vial, a fin de gestionar el mantenimiento de los pavimentos en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo.
- 4.2.3.- Recomendar a la Municipalidad Provincial de Chiclayo, implementar el Plan Regulador de Rutas en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo, a fin de mermar el incremento del índice medio diario del tránsito vehicular, y evitar el deterioro temprano de los pavimentos flexibles.
- 4.2.4.- Recomendar se generen futuras líneas de investigación, por ejemplo, la aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos Urbanos, basado en el Sistema de Información Geográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. **Barajas Reina, Edwin** y Buitrago Martínez, Brandon (2017). Proyecto de investigación “Análisis Comparativo del Sistema de Gestión de los Pavimentos o Mantenimiento Vial de la Ciudad de Bogotá con la Ciudad de Sao Paulo” (Octubre, 2017). Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15235>.
02. **Barrantes Jiménez Roy, Gustavo** Badilla Vargas y Denia Sibaja Obando (2011). “Definición de Rangos para la Clasificación Estructural y Funcional de la Red Vial Nacional de Costa Rica”. Revista de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/7269>
03. **Bavaresco de Prieto, Aura Marina** (2013). Proceso Metodológico en la Investigación. Cómo hacer un Diseño de Investigación (Sexta Edición). Maracaibo, Venezuela. Imprenta Internacional CA. Editorial de la Universidad del Zulia.
04. **Bernal Torres, César A.** (2010). “Metodología de la Investigación” (Tercera Edición), Universidad de La Sabana, Colombia, Editorial Pearson Educación. Colombia.
05. **Borja Suárez, Manuel** (2011). Artículo: “Problemática de los Pavimentos de Chiclayo” – Revista de “El Ingeniero Civil Lambayecano”, publicación del Colegio de Ingenieros del Perú - C.D. Lambayeque.
06. **Castillo Contreras, Cristian** (2008). Proyecto de investigación “Formulación de una Metodología General para la Elección de Programas de Conservación de Pavimentos Viales y su aplicación a la Región de Magallanes, Chile”. Santiago de Chile. Abril, 2008. Universidad de Chile. Departamento de Ingeniería Civil. Chile.
07. **Castro Arballo, Dante J.** (2012). Proyecto de investigación “Propuesta de Gestión de Pavimentos para la Ciudad de Piura”. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Piura (UDEP), Piura, Perú.
08. **CONSIDA Consultants Copenhagen** (2007), Estudio “Desarrollo de un Sistema Sustentable de Transporte Público en Chiclayo”, publicado en Marzo del año 2007, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).Chiclayo, Perú.
09. **Chang Albitres, Carlos** (2012). Libro “Pavimentos: Un Nuevo Enfoque Integral” Tercera Edición, 132 pág. Fondo Editorial ICG –Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima, Perú.
10. **Chávez Isla, Catherine** (2008). Proyecto de investigación “Propuesta de Planificación de un Sistema de Gestión de Pavimentos” Facultad de Ingeniería Civil. Maestría en Ingeniería Civil con mención en Ingeniería Vial. Julio 2008. Universidad de Piura –UDEP, Lima, Perú.
11. **Díaz Arosemena, Carlos** (2005), Proyecto de investigación “Plan Vial de Chiclayo al 2020”. Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura (FICSA). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú.
12. **Ena, B.; Delgado, S. y Ena, T.** (2008). Gestión Administrativa de Personal. Segunda Edición, Madrid, España, Internacional Thomson Editores, 2008.
13. **García, Ana** (2012). “Concepto de Pavimentos”, ARQHYS.
Disponible en: <http://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
14. **Gueller Becker, Virginia** Esther (2012). Proyecto de investigación “Aplicación del Modelo de Tavakoli para Gerencia de Mantenimiento de Pavimentos en Ciudades Medianas”. Ciudad de Sao Paulo, Brasil. Maestría en Infraestructura de Transportes, Universidad de Sao Paulo, Brasil.

15. **Guerrero Chiroque, A.** (2017). Proyecto de Investigación: "Propuesta de un Modelo de Gestión para el Mantenimiento de los Pavimentos Flexibles en el Distrito de José Leonardo Ortiz-Chiclayo". Maestría en Gerencia de Obras y Construcción. Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG), Lambayeque, Perú.
16. **Gutiérrez, D.** (1994). Proyecto de investigación "Técnicas de reparación, conservación y rehabilitación de pavimentos asfálticos". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Piura (UDEP), Piura, Perú.
17. **Guzmán O. Gonzalo A.**, Mogrovejo C. Daniel E. (2017). Artículo de investigación "Gestión sostenible del pavimento flexible, rígido y articulado del centro urbano del Cantón Girón, Cuenca, Ecuador". Revista Científica "Maskana-Ingeniería Civil" (Volumen VIII, Octubre 2017). Universidad de Cuenca, Ecuador. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1980>.
18. **Haas Ralph** y Hudson W. R. (2015), "Pavement Asset Management", Editorial Wiley Y publicado por Scrivener Publishing, New Jersey, U.S.A. ISBN 978-1-119-03870-2.
19. **Hernández, Sampieri R.**, Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, Pilar (2014). "Metodología de la Investigación". Sexta Edición, México D.F. Editorial MC GRAW HILL/ INTERAMERICANA EDITORES S.A. ISBN 978-1-4562-2396-0.
20. **Hidalgo Gamarra, Joissy C.** (2006). Proyecto de investigación "Evaluación del Sistema de Gestión de Pavimentos Flexibles en el Perú". Marzo, 2006. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima-Perú.
21. **Hudson W.R.**, Elkins G.E. Elkins, W. Uddin and K.T. Reilley (1987). "Improved Methods and Equipment to Conducts Pavement Distress Surveys", Report FHWA-TS-87-213, for the Federal Highway Administration. Washington, D.C., USA.
22. **Incio Zapata, Danny Enrique** (2014). Proyecto "Evaluación del Congestionamiento Vehicular en la Ciudad de Chiclayo y Propuestas de Mejora", Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura (FICSA). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG). Lambayeque- Perú.
23. **Jugo B., Augusto** (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles. Acciones Básicas. Versión revisada (2005). Caracas, Venezuela.
24. **Leiva, F., Pérez E.**, Aguilar J., Loría L. (2017). Artículo de investigación "Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento" (Diciembre, 2016). San Pedro Montes de Oca, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Revista Científica Ingeniería de Construcción (Abril, 2017), Volumen 32, Número 01, pp. 37-46. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v32n1/art04.pdf>
25. **Macea-Mercado, Luis F.**, Márquez Díaz Luis G., Morales Luis (2016). Artículo de investigación "Un Sistema de Gestión de Pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo". Revista Científica "Ingeniería Investigación y Tecnología", XVII (2) (abril-junio 2016), pp. 223-235. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <http://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/v17n2-07.php>
26. **Mondragón Castañeda, Carlos** (2015). "Metodología de la Investigación Científica". Curso de Postgrado del Plan de Estudios del Programa de Maestría en Gerencia de Obras y Construcción. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
27. **Montejo Fonseca, Alfonso** (2006). "Ingeniería de Pavimentos para Carreteras". Editado por Universidad Católica de Colombia. Ediciones y Publicaciones. Segunda Edición. Bogotá, Colombia.






28. **Montoya Goicochea, J.** (2007), Proyecto "Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial N° 5 Tramo Ancón-Huacho-Pativilca" Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
29. **Morales Camacho, Pablo Manuel** (2013). Libro "Construcción y Conservación de Vías", 2° Edición, 530 páginas, Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, Colombia.
30. **Neira García Nehemías y Saucedo Santistebán Percy** (2014). Proyecto de investigación "Evaluación de la Calidad de las Mezclas Asfálticas en los Pavimentos Flexibles de las Vías Urbanas de la Ciudad de Chiclayo", Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Señor de Sipán (USS), Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque, Perú.
31. **Ñaupas Paitán, Humberto; Mejía Mejía, Elías; Novoa Ramírez, Eliana y Villagómez Paucar, Alberto** (2014). Libro "Metodología de la Investigación, Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de la Tesis". Cuarta Edición. 538 pág., (Abril, 2014), Bogotá, Colombia. Ediciones de la U, Bogotá-Colombia. ISBN 978-958-762-188-4.
32. **Osuna Ruiz, Rafael** (2008). Proyecto de investigación "Propuesta para la Implementación de un Sistema de Administración de Pavimentos para la Red Vial de la Ciudad de Mazatlán, Sin". Tesis de Grado de Maestro en Ingeniería, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México D.F., México.
33. **Peñaloza Guillén Steeven y Calle Palomeque Ginna** (2017). Proyecto de investigación "Sistema de Gestión Sostenible de Pavimentos Aplicado a las Vías y Parquederos de la Universidad de Cuenca". Cuenca, Ecuador. (Abril, 2017). Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca.
34. **Picado Muñoz, Greivin** (2017). Artículo de investigación "Desarrollo de Curvas de Deterioro para Pavimento Flexible y Factor de incertidumbre". San José, Costa Rica, Revista Científica Infraestructura Vial (Enero, 2017), Volumen 18, Número 31, pp. 30-38. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/27762>.
35. **PNUMA** (2008). Estudio Geo-Chiclayo: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano de Chiclayo. Publicado en Chiclayo, Perú, Junio 2008. Primera Edición. Producido por el Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Gobierno Provincial de Chiclayo y la Universidad Señor de Sipán (USS).
36. **Rico Rodríguez, Alfonso** (2006). Libro: "La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropuertos". Volumen 1. 460 pág. México D.F. EDITORIAL LIMUSA. NORIEGA EDITORES. ISBN 968-18-0054-0.
37. **Rodríguez Velásquez, Edgar** (2009). Proyecto de investigación: "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla, Departamento de Piura". Piura, Perú. Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura. Repositorio institucional PIRHUA, Universidad de Piura (UDEP), Piura. https://pirhua.udep.pe/bistream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1.
38. **Rodríguez Sabogal, Mauricio** (2015). Artículo de investigación "Metodología para la gestión de pavimentos para una zona puntual de la ciudad de Bogotá". Colombia, Revista Científica de Topografía Azimut (Diciembre, 2015), Vol.6, Núm 1, pp. 15-22. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/8236>.
39. **Rojas Ugaz, Humberto** (2012). Proyecto "Ejecución del Inventario Vial Geo-Referenciado de Piura y Propuesta de Optimización de Metodologías Existentes". Piura - Perú. Facultad de Ingeniería, Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial (Mayo, 2012). Universidad de Piura. Piura, Perú. Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura (UDEP).






40. **Schliessler Andreas** (1994). Libro: "Caminos: Un Nuevo Enfoque para la Gestión y Conservación de Redes Viales" publicado por las Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y producido en la Unidad de Transporte de la CEPAL. Primera Edición, Septiembre 1994. Santiago de Chile, Chile. Editorial CEPAL.
41. **Serafini, Lauson; Gonçalves, Fernando Pugliero** (2005). Artículo: "Critérios para priorização de intervenções de manutenção em pavimentos rodoviários". Dissertação (Mestrado), Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS: 2005. Disponible en: <https://www.phd.eng.br/biblioteca-phd/publicacoes/em-revistas>.
42. **Sierra Díaz, Cristian Camilo y Rivas Quintero Andrés** (2016). "Aplicación y Comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la Conservación y Mantenimiento del Tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la Vía al Llano (DG 78 BIS Sur –Calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa Cristian". Universidad Católica de Colombia.
43. **Silva-Balaguera Andrés**, Daza-Leguizamón Omar, López-Valiente Lesly (2018). Artículo de investigación "Gestión de Pavimentos basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), Una revisión". Revista Científica "Ingeniería Solidaria", (Septiembre 2018), Vol. 14, N° 26 (2018). Grupo de investigación en Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/2417>.
44. **Solminihac Tampier**, Hernán De, Echaveguren N., Tomás, Chamorro G., Alondra (2018) "Gestión de Infraestructura Vial". Tercera Edición, 742 pág., Agosto 2018. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. ISBN Edición impresa: 978-956-14-2275-9.
45. **Sotil Chávez A.** (2014). Artículo de investigación "Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales" San José, Costa Rica, Revista Científica Infraestructura Vial (Octubre, 2014), Volumen 16, Número 28, pp. 13-24. Universidad de Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/14582>.
46. **Tacza Herrera**, Erica y Rodríguez Paez, Braulio (2018). Proyecto de investigación: "Evaluación de Fallas mediante el método PCI y Planteamiento de alternativas para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del Corredor Javier Prado, Lima". Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Junio, 2018. Lima, Perú.
47. **Thenoux, Guillermo & Rodrigo Gaete** (1995). "Evaluación Técnica del Pavimento y de Refuerzo Asfáltico". Revista Ingeniería de Construcción, Número 14. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Santiago de Chile, Chile.
48. **Timaná Rojas, Jorge** (2003). "Concepto de Performance y Comportamiento de Pavimentos". Tecnología de Pavimentos. Maestría en Ingeniería Civil con mención en Ingeniería Vial. Universidad de Piura (UDEP), Piura, Perú.
49. **Vivar Romero, Germán** (1995). Libro: "Diseño y Construcción de pavimentos". Segunda Edición. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima, Perú.
50. **Yesquén Granda, Irwing A.** (2016). Proyecto "Gestión y Conservación de Pavimentos Flexibles, a través del índice de Desempeño PCI en el Entorno del Distrito de Surquillo, Lima". Piura, Perú. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Piura (UNP), Perú.



ANEXOS

01. Matriz Consolidada de alternativas de intervención.
02. Propuesta de Nueva Unidad Orgánica en el Organigrama Actual de la MPCH.
03. Gastos Generales de Implementación de la Sub-Gerencia de Conservación de Infraestructura Urbana y Mantenimiento Vial.
04. Formatos de Exploración de Condición de Pavimento por Unidad de Muestreo.
05. Normas Técnicas y Estándares de Mantenimiento en Vías Urbanas.

Matriz consolidada de alternativas de intervención

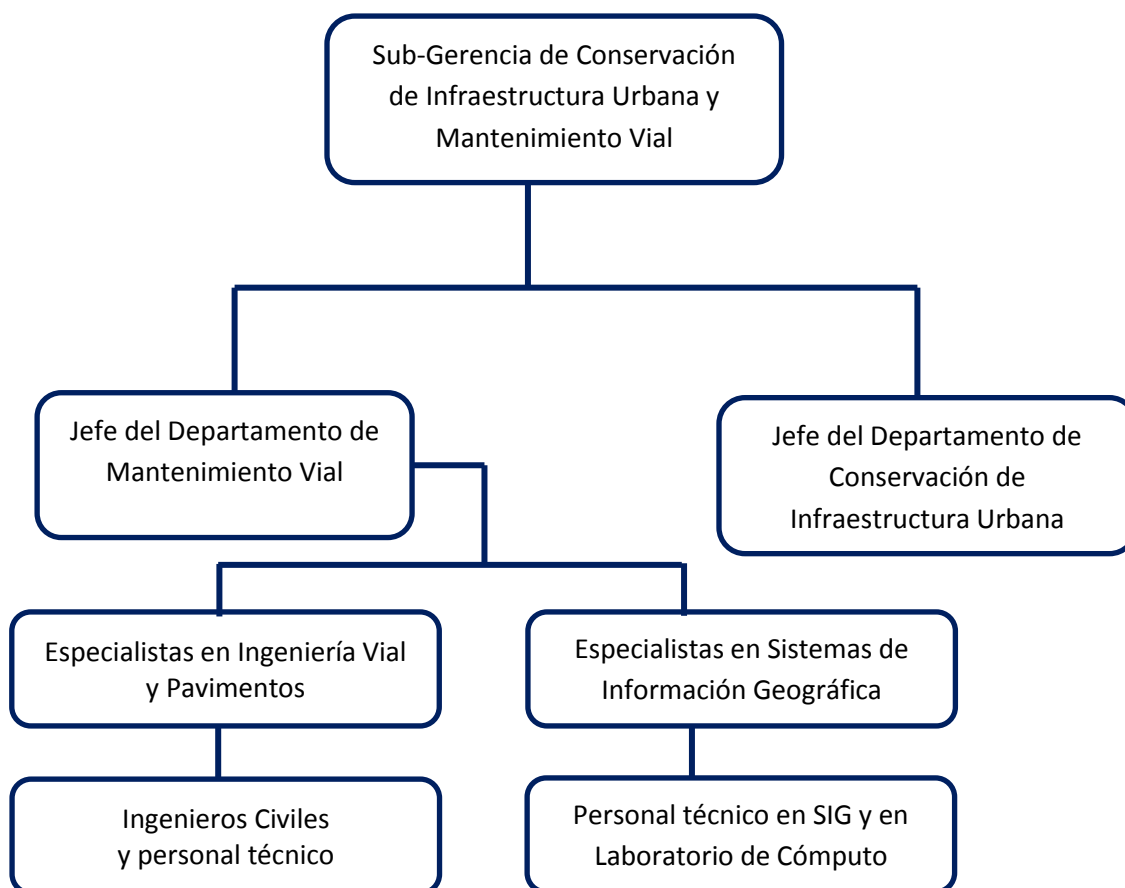
N°	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	GRIETAS PIEL DE COCODRILO	DETERIOROS CAUSADOS POR LA FATIGA DE LA CARPETA ASFÁLTICA DEL PAVIMENTO ANTIGUO DEBIDO A LA ACCIÓN REPETIDA DE LAS CARGAS DE TRÁNSITO. ESTOS SE MANIFIESTAN MEDIANTE GRIETAS INTERCONECTADAS EN FORMA DE POLÍGONOS IRREGULARES	BAJA	SELLADO SUPERFICIAL	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	 
			MEDIA	BACHEO PROFUNDO	-	
		DETERIOROS CAUSADOS A CONSECUENCIA DE LA EVOLUCIÓN DE OTRO TIPO DE FALLAS COMO EL AHUELLAMIENTO, DESPLAZAMIENTO O DEPRESIÓN	BAJA / MEDIA	-	REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	
2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	DETERIOROS CAUSADOS EN EL PAVIMENTO ANTIGUO POR LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO ASFÁLTICO ENDURECIDO DEBIDO A LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA. ESTOS SE MANIFIESTAN COMO FISURAS INTERCONECTADAS QUE DIVIDEN EL PAVIMENTO EN BLOQUES RECTANGULARES	BAJA	SELLADO DE GRIETAS	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
			MEDIA	BACHEO PROFUNDO	-	
3	DEPRESIÓN	DETERIOROS CAUSADOS POR EL ASENTAMIENTO DE LAS CAPAS INFERIORES DEL PAVIMENTO DEBIDO A LA FILTRACIÓN DE AGUA POR FALTA DE SELLADO EN LAS JUNTAS DE LOS SARDNELES CONTIGUOS, CONSIDERANDO LAS CARGAS DEL TRÁNSITO SE PRODUCEN ÁREAS CON NIVELES INFERIORES	MEDIA	BACHEO PROFUNDO	REALIZAR MANTENIMIENTO DE SARDNELES CONTIGUOS (SELLADO DE JUNTAS)	 
			ALTA			

Nº	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
4	GRIETAS LONGITUDINAL/ TRANSVERSAL	DETERIOROS CAUSADOS EN ZONAS DE INTERFASE ENTRE PAVIMENTOS FLEXIBLES CON DIFERENTES TIEMPOS DE SERVICIO QUE PRESENTAN COMPORTAMIENTOS DISTINTOS	BAJA	SELLADO DE GRIETAS	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	 
			MEDIA			
5	HUECOS	DETERIOROS CAUSADOS POR EL DESPRENDIMIENTO Y DESINTEGRACIÓN PROGRESIVA DE LA CARPETA ASFÁLTICA PRODUCIDA POR FALLAS DEL TIPO PIEL DE COCODRILO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS, SUMADO A LA ACCIÓN ABRASIVA DEL TRÁNSITO	BAJA	BACHEO SUPERFICIAL		 
			MEDIA			
			ALTA	BACHEO PROFUNDO		
6	AHUELLAMIENTO	DETERIORO SUPERFICIAL CAUSADO POR UTILIZAR EN LA CAPA DE RODADURA UNA MEZCLA ASFÁLTICA INESTABLE QUE CONTIENE EXCESO DE LIGANTE Y SE MANIFIESTA POR UNA DEPRESIÓN A LO LARGO DE LA TRAYECTORIA DE LAS HUELLAS DE LOS VEHÍCULOS	BAJA	BACHEO SUPERFICIAL	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
			MEDIA			
			ALTA			

Nº	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
7	DESPLAZAMIENTO	DETERIORO SUPERFICIAL CAUSADO POR EL DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA A CONSECUENCIA DE LA FALLA POR AHUELLAMIENTO PRODUCIDO SOBRE EL PAVIMENTO FLEXIBLE	BAJA	BACHEO SUPERFICIAL	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
			MEDIA			
			ALTA			
8	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	DETERIORO SUPERFICIAL CAUSADA POR LA REPETICIÓN DE LAS CARGAS DE TRÁNSITO QUE GENERA LA FRACTURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO ALREDEDOR DE LOS AGREGADOS Y SE MANIFIESTA CON LA PÉRDIDA DE FRAGMENTOS EN LA CAPA DE RODADURA	BAJA	SELLADO SUPERFICIAL		
			MEDIA	BACHEO SUPERFICIAL		
			ALTA			
		DETERIOROS CAUSADOS A CONSECUENCIA DE LA EVOLUCIÓN DE OTRO TIPO DE FALLAS COMO EL AHUELLAMIENTO, DESPLAZAMIENTO O DEPRESIÓN	BAJA / MEDIA / ALTA		REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	

Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA DE NUEVA UNIDAD ORGÁNICA EN EL ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA MPCH



PIP : IMPLEMENTACIÓN DE SUB-GERENCIA DE CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA URBANA Y MANTENIMIENTO VIAL



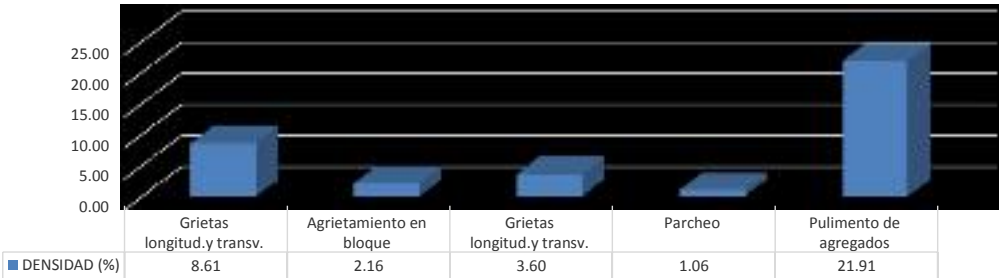
FECHA 01/10/2019

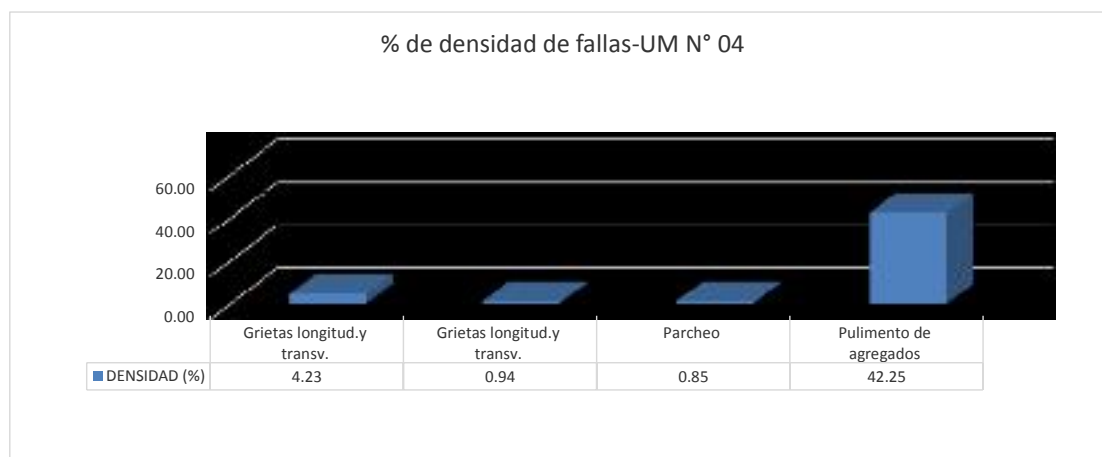
ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES


Períodos: Mensual y anual

12 meses (365 días calendario)

1.00 GASTOS GENERALES FIJOS									
1.01	GASTOS DE CONTRATACIÓN								Costo en S/
	Seguros: Contratación								
	Poliza SCTR del Personal de Administración y Control de Obra								36,000.00
	Poliza de Seguros ESSALUD + Vida para los trabajadores								36,000.00
	Expediente								
	Estudio (Propuesta de Implementac. Oficina Gestión Mant. Pavimentos)								30,000.00
1.02	GASTOS INDIRECTOS VARIOS								Costo en S/
	Licencia anual por uso software (ARC GIS)								20,000.00
	Licencia anual por uso software (AUTOCAD CIVIL 3D)								12,000.00
	Pagos a Empresas de Servicio por planos actualizados serv. existentes								6,000.00
	Gastos Financieros por Contribuciones y Otros Gastos								10,000.00
	TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS								150,000.00
2.00	GASTOS GENERALES VARIABLES (Relacionados Directamente con el Tiempo de Mantenimiento de Obras Ejecutadas)								
2.01	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN EN MANTENIMIENTO OBRA								
	MANTENIMIENTO DE OBRAS (12 MESES)								
	Personal:	Cant.	Incid		Periodo	Costo (Inc. Imp.)		Costo en S/	
	Sub-Gerente de Conservación Inf. Urbana y Mantenim. Vial	1.00	100%		12.00 meses	6,500.00		78,000.00	
	Jefe de Departamento Mantenimiento Vial y Conservac. Urbana	2.00	100%		12.00 meses	6,000.00		144,000.00	
	Ing. Especialista en Pavimentos (Ing. Civil)	1.00	100%		12.00 meses	5,500.00		66,000.00	
	Ing. Especialista en Estructuras (Ing. Civil)	1.00	100%		12.00 meses	5,500.00		66,000.00	
	Ing. Especialista en Sistema Inf. Geográfica (Ing. Civil, Ing. Geógrafo)	1.00	100%		12.00 meses	5,500.00		66,000.00	
	Ing. Especialista en Estudio de Suelos (Ing. Civil)	1.00	100%		12.00 meses	5,500.00		66,000.00	
	Ing. Especialista en Topografía (Ing. Civil)	1.00	100%		12.00 meses	5,000.00		60,000.00	
	Ing. Especialista en Metrados, Costos y Presupuestos (Ing. Civil)	1.00	100%		12.00 meses	4,500.00		54,000.00	
	Técnicos de Campo y de Metrados	4.00	100%		12.00 meses	3,500.00		168,000.00	
	Topógrafo Técnico	2.00	100%		12.00 meses	3,500.00		84,000.00	
	Ayudante de Topografía	2.00	100%		12.00 meses	2,500.00		60,000.00	
	Choferes de camionetas	2.00	100%		12.00 meses	2,000.00		48,000.00	
	Asistente administrativo	1.00	100%		12.00 meses	2,500.00		30,000.00	
	Secretaria	1.00	100%		12.00 meses	2,500.00		30,000.00	
		Und	Cantidad		Periodo			S/.	
	Oficinas Adm. de campo: Útiles de Oficina y Equipos.								
	Oficinas incl. Mobiliario y útiles de oficina.	estim	1		12.00 meses			12,000.00	
	Equipos de Cómputo, fotocopiadoras, Software, calculadoras, etc.	gbl	1		12.00 meses			80,000.00	
	Equipos de Topografía, de dibujo, winchas, etc.	gbl	1		12.00 meses			60,000.00	
	Receptor GPS, diferencial portátil antena L1/L2 doble frecuencia integrado, colector de datos, precisión post proceso 10 cm + 1 ppm, precisión tiempo real 10 cm + 1 ppm. (tomas en código)	gbl	1		12.00 meses			25,000.00	
	Servicio de Laboratorio Ensayo de Materiales (Testigos, Probetas)	gbl	1		12.00 meses			36,000.00	
	Mantenimiento de Servicios para la obra :								
	Servicio de Radio - Telefonía	gbl	1		12.00 meses			12,000.00	
	Otros Servicios	gbl	1		12.00 meses			15,000.00	
	Agua en Bidones de 20 litros - personal Administración y Control	mes	4		12.00 meses	25.00		1,200.00	
	Dispositivos Complementarios de Seguridad (campamento):								
	Extintores 6Kg (1 tipo PQS, 1 tipo CO2), Botiquín Primeros Auxilios (1)								
	Señaléticas de seguridad, camilla, recipientes de desechos s/espec.							20,000.00	
	Vehículos para Movilidad y Transporte interno:	Cant.	Jornada		Periodo			S/.	
	Camioneta operada 2 Ton (Principal)	1.00	1		12.00 meses			36,000.00	
	Camioneta operada 2 Ton (Campo)	1.00	1		12.00 meses			36,000.00	
2.02	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN EN OFICINA	Cant	Incid %		TIEMPO MESES		HONORARIOS SOLES (S/.)	PARCIAL MES SOLES (S/.)	
	Equipamientos de Oficina Central								
	Equipamiento: Pcs. Plotter, Impresoras, fotocopiadoras, etc. Incl. Mant	1	100%		12.00	3,000.00		36,000.00	
	Equipo Proyectos, Video Fotográfico y Cámara digital	1	100%		12.00	1,000.00		12,000.00	
	Servicio y mantenimiento de Of. principal (Luz, Agua, etc.)	1	100%		12.00	1,500.00		18,000.00	
	Equipo de Comunicación (radio Telefonía)	1	100%		12.00	1,500.00		18,000.00	
	Conexión Internet y Red	1	100%		12.00	1,500.00		18,000.00	
	Materiales de Uso General:								
	Tintas para impresoras y/o Toner	estim	100%		12.00	1,500.00		18,000.00	
	Útiles de oficina (Papel Bond, lapiceros, folders, CDs, etc)	mes	100%		12.00	1,500.00		18,000.00	
	Equipo de Protección-Uniformes para personal de Administración y control de obra (Botín, Chalecos, etc)	16			12.00	150.00		28,800.00	
	Señaléticas de seguridad, camillas, recipientes de desechos, equipos de seguridad complementario (EPC)	1			12.00	1,500.00		18,000.00	
	GASTOS FINANCIEROS COMPLEMENTARIOS								
2.03	Otros Gastos Financieros								
	Otros Gastos Financieros							0.00	
	TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES :							1,694,000.00	
	TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS Y VARIABLES (1 y 2):							1,844,000.00	
	TOTAL GASTOS GENERALES (MENSUAL Y ANUAL)					153,666.67		1,844,000.00	


UNIDAD DE MUESTREO N° 03		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																		
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																		
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA																		
Nombre de la vía:	Av. Balta (Cuadra 03) -Carril Derecho	Tipo de Vía:		Colectora																
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello																			
Fecha:	25 de Junio del 2019																			
Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+035.50	Área del tramo: (m2)	127.80															
TIPOS DE FALLAS																				
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m																	
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2																	
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2																	
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Und																	
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2																	
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																	
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2																	
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2																	
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2																	
		19 Desprendimiento de agregados	m2																	
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																				
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales		TOTAL	Densidad %	Valor Deducido													
Grietas longitud.y transv.	m	A	6	5	11.00	8.61	18.00													
Agrietamiento en bloque	m	M	0.87	1.89	2.76	2.16	6.00													
Grietas longitud.y transv.	m	M	3.00	1.60	4.60	3.60	9.10													
Parcheo	m2	A	1.36		1.36	1.06	20.00													
Pulimento de agregados	m2	M	16.00	12	28.00	21.91	27.40													
						TDV=	80.5													
						HDV Max	27.4													
				q	5	m	=	7.67												
CALCULO DEL PCI																				
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV												
27.4	20	18	9.1	6		80.5	5	42.6												
27.4	20	18	9.1	2		76.5	4	45												
27.4	20	18	2	2		69.4	3	44												
27.4	20	2	2	2		53.4	2	39.9												
27.4	2	2	2	2		35.4	1	35.4												
						CDV Max =	45													
VISTA FOTOGRAFICA:																				
				<div> <div>PCI= 100 - CDV</div> <div>PCI= 55</div> </div>																
				<div> <div>CONDICIÓN DE PAVIMENTO</div> <div>REGULAR</div> <div>Tipo de intervención:</div> <div>Mantenimiento Correctivo Mayor del carril derecho: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.</div> </div>																
<div> <div>% de densidad de fallas-UM N° 03</div> <div>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Falla</th> <th>DENSIDAD (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grietas longitud.y transv.</td> <td>8.61</td> </tr> <tr> <td>Agrietamiento en bloque</td> <td>2.16</td> </tr> <tr> <td>Grietas longitud.y transv.</td> <td>3.60</td> </tr> <tr> <td>Parcheo</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>Pulimento de agregados</td> <td>21.91</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>									Falla	DENSIDAD (%)	Grietas longitud.y transv.	8.61	Agrietamiento en bloque	2.16	Grietas longitud.y transv.	3.60	Parcheo	1.06	Pulimento de agregados	21.91
Falla	DENSIDAD (%)																			
Grietas longitud.y transv.	8.61																			
Agrietamiento en bloque	2.16																			
Grietas longitud.y transv.	3.60																			
Parcheo	1.06																			
Pulimento de agregados	21.91																			

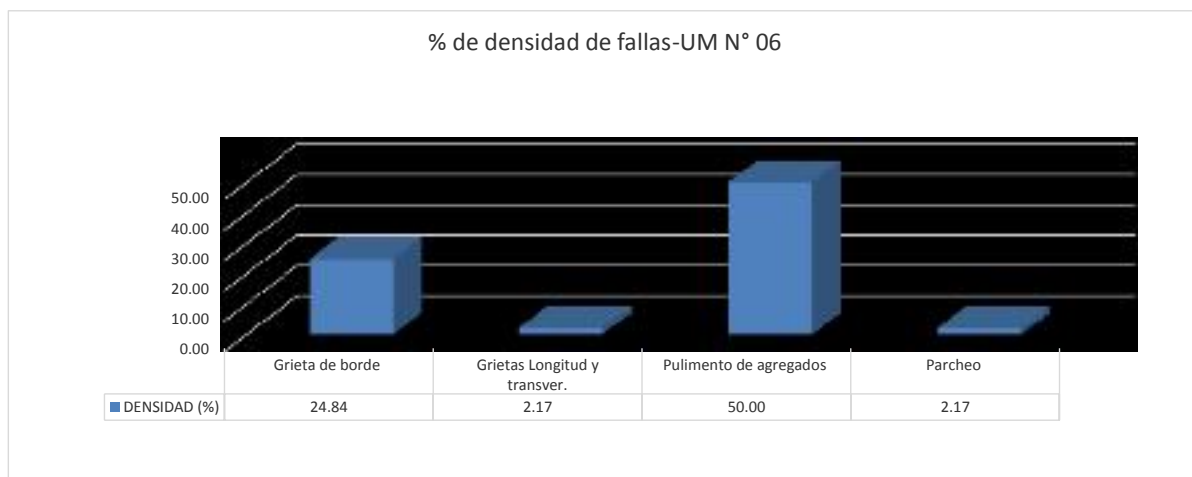
A wide-angle view of a city street. In the center of the road, a large white arrow is painted on the asphalt, pointing directly towards the camera. The street is flanked by multi-story buildings on both sides. Several cars are parked along the curbs, and a few vehicles are visible further down the road. The sky is clear and blue.


UNIDAD DE MUESTREO N° 05		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		Av. Balta (Cuadra 06) -Carril derecho				Tipo de Vía:	Colectora	
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello							
Fecha:	25 de Junio del 2019							
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:	0+035.5	Área del tramo: (m2)		127.80	
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m			
2	Exudación	m2	11	Parcheo	m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Und			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2			
			19	Desprendimiento de agregados	m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Grieta de borde	m	M	8			8.00	6.26	12.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	8.5			8.50	6.65	14.00
Baches	und	M	4.00			4.00	3.13	35.00
Pulimento de agregados	m2	M	40	10		50.00	39.12	10.00
Parcheo	m2	M	1.50	0.5		2.00	1.56	5.00
							TDV=	76.00
							HDV Max	35
					q	5	m	= 6.97
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV
35	14	12	10	5		76	5	40
35	14	12	10	2		73	4	42
35	14	12	2	2		65	3	45
35	14	2	2	2		55	2	44
35	2	2	2	2		43	1	43
							CDV Max =	45
VISTA FOTOGRAFICA:						PCI= 100 - CDV PCI= 55		
						CONDICIÓN DE PAVIMENTO REGULAR Tipo de intervención: Mantenimiento Correctivo Mayor del carril derecho: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.		

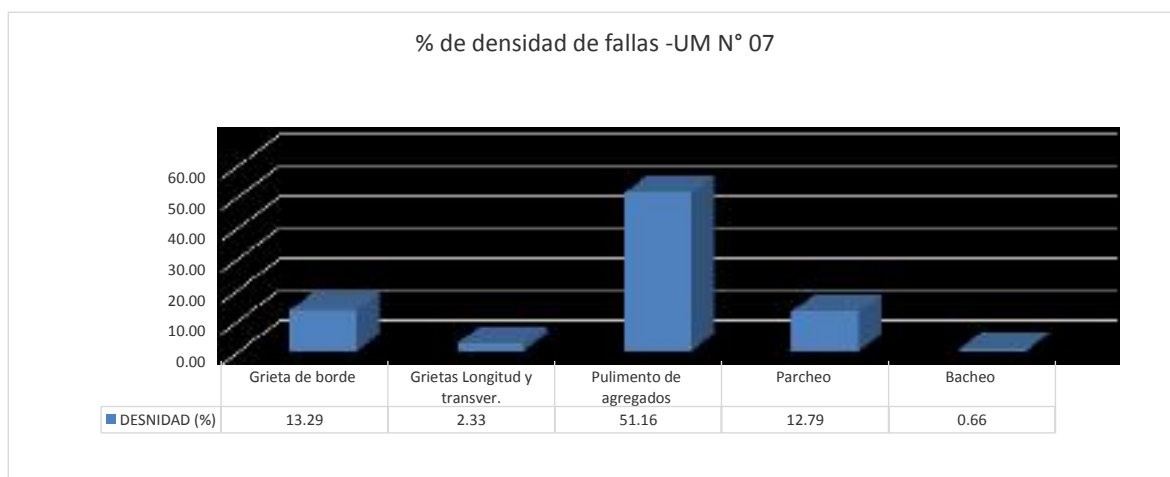
% de densidad de fallas-UM N° 05




UNIDAD DE MUESTREO N° 06		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA					
Nombre de la vía:	Calle Elías Aguirre (Cuadra 07) - 01 carril				Tipo de Vía:	Colectora	
Evaluable por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello						
Fecha:	26 de Junio del 2019						
Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+046	Área del tramo: (m2)	161.00		
TIPOS DE FALLAS							
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m				
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2				
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Und				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2				
		19 Desprendimiento de agregados	m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales		TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Grieta de borde	m	M	40		40.00	24.84	25.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	3.5		3.50	2.17	8.00
Pulimento de agregados	m2	M	80.5		80.50	50.00	18.00
Parcheo	m2	M	3.50		3.50	2.17	16.00
						TDV=	67.00
						HDV Max	25
					q	4	m = 7.89
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					TOTAL VD	Q	CDV
25	18	16	8		67	4	36
25	18	16	2		61	3	38
25	18	2	2		47	2	36
25	2	2	2		31	1	31
						CDV Max =	38
VISTA FOTOGRAFICA:							
					PCI= 100 - CDV PCI= 62		
					CONDICIÓN DE PAVIMENTO		
					REGULAR		
					Tipo de intervención:		
					Mantenimiento Correctivo del carril derecho: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.		




UNIDAD DE MUESTREO N° 07		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		Calle Elías Aguirre (Cuadra 05) - 01 carril				Tipo de Vía:	Colectora	
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello							
Fecha:	26 de Junio del 2019							
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:	0+043	Área del tramo: (m2)		150.50	
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m			
2	Exudación	m2	11	Parqueo	m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2			
			19	Desprendimiento de agregados	m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Grieta de borde	m	M	20			20.00	13.29	17.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	3.5			3.50	2.33	8.00
Pulimento de agregados	m2	M	77			77.00	51.16	13.00
Parqueo	m2	M	19.25			19.25	12.79	14.00
Bacheo	und	M	1.00			1.00	0.66	30.00
							TDV=	82.00
							HDV Max	30
					q	5	m	=
								7.43
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV
30	17	14	13	8		82	5	42
30	17	14	13	2		76	4	43
30	17	14	2	2		65	3	40
30	17	2	2	2		53	2	38
30	2	2	2	2		38	1	38
							CDV Max =	43
VISTA FOTOGRAFICA:								
						PCI= 100 - CDV PCI= 57		
						CONDICIÓN DE PAVIMENTO		
						REGULAR		
						Tipo de intervención:		
						Mantenimiento Correctivo del carril: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.		



UNIDAD DE MUESTREO N° 09		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
		PAVIMENTO: FLEXIBLE, CARPETA ASFÁLTICA									
Nombre de la vía:		Calle Alfonso Ugarte (Cuadra 07) - 01 carril						Tipo de Vía:		Colectora	
Evaluated por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello									
Fecha:		26 de Junio del 2019									
Abcisa inicial:		0+000		Abcisa final:		0+045		Área del tramo: (m2)		247.50	
TIPOS DE FALLAS											
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m						
2	Exudación	m2	11	Parcheo	m2						
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2						
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und						
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2						
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2						
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2						
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2						
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2						
			19	Desprendimiento de agregados	m2						
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES											
Fallas		Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido	
Grieta de borde		m	M	40			40.00	16.16		17.00	
Grietas Longitud y transver.		m	M	45			45.00	18.18		25.00	
Pulimento de agregados		m2	M	99			99.00	40.00		10.00	
Desprendimiento		m2	M	123.75			123.75	50.00		35.00	
								TDV=		87.00	
								HDV Max		35	
							q	4	m	=	6.97
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS							TOTAL VD	Q	CDV		
35	25	17	10				87	4	50		
35	25	17	2				79	3	49		
35	25	2	2				64	2	46		
35	2	2	2				41	1	41		
							CDV Max =		50		
VISTA FOTOGRAFICA:											
							PCI= 100 - CDV PCI= 50				
							CONDICIÓN DE PAVIMENTO				
							REGULAR				
							Tipo de intervención:				
							Mantenimiento Correctivo Mayor del carril: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.				


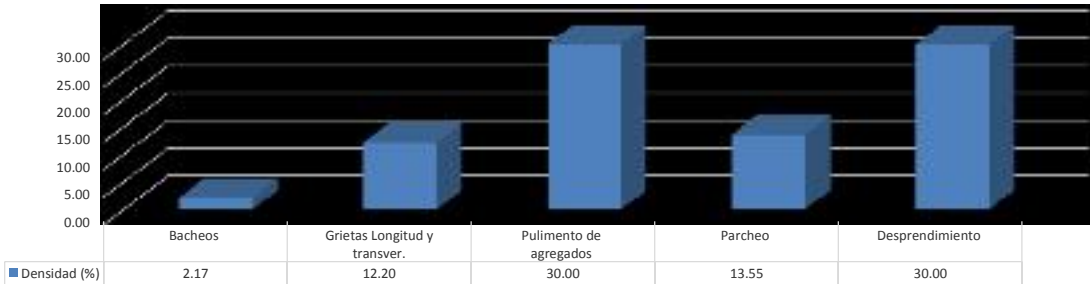
% de densidad de fallas-UM N° 09







Falla	Densidad (%)
Grieta de borde	16.16
Grietas Longitud y transver.	18.18
Pulimento de agregados	40.00
Desprendimiento	50.00

% de densidad de fallas-UM N° 10


	Grieta de borde	Grietas Longitud y transver.	Pulimento de agregados	Parcheo
Densidad (%)	19.93	26.58	46.51	15.95

UNIDAD DE MUESTREO N° 12		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PAVIMENTO: FLEXIBLE, CARPETA ASFÁLTICA					
Nombre de la vía:	Av. San José (Cuadra 01) - 02 carriles				Tipo de Vía:	Colectora	
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello						
Fecha:	27 de Junio del 2019						
Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+045	Área del tramo: (m2)	369.00		
TIPOS DE FALLAS							
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m				
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2				
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches (Huecos)	Und				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2				
		19 Desprendimiento de agregados	m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales		TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Bacheos	und	A	8		8.00	2.17	46.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	45		45.00	12.20	20.00
Pulimento de agregados	m2	M	110.7		110.70	30.00	8.00
Parcheo	m2	M	30	20	50.00	13.55	37.00
Desprendimiento	m2	M	110.70		110.70	30.00	30.00
						TDV=	141.00
						HDV Max	46
				q	5	m	=
							5.96
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					TOTAL VD	Q	CDV
46	37	30	20	8	141	5	72
46	37	30	20	2	135	4	72
46	37	30	2	2	117	3	72
46	37	2	2	2	89	2	65
46	2	2	2	2	54	1	54
						CDV Max =	72
VISTA FOTOGRAFICA:							
					PCI= 100 - CDV PCI= 28		
					CONDICIÓN DE PAVIMENTO		
					MALO Tipo de intervención: Rehabilitación total de la vía: Vía Colectora, Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica		
% de densidad de fallas-UM N° 12							
							


UNIDAD DE MUESTREO N° 13		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																		
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																		
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA																		
Nombre de la vía:		Av. San José (Cuadra 02) - 02 carr. (Plazuela E.Aguirre)				Tipo de Vía:	Colectora													
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello																			
Fecha:	27 de Junio del 2019																			
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:	0+045	Área del tramo: (m2)		369.00													
TIPOS DE FALLAS																				
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m																	
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2																	
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2																	
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches (Huecos)	Und																	
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2																	
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																	
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2																	
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2																	
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2																	
		19 Desprendimiento de agregados	m2																	
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																				
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido												
Baches	und	B	6			6.00	1.63	45.00												
Grietas Longitud y transver.	m	M	40			40.00	10.84	18.00												
Pulimento de agregados	m2	M	110.7			110.70	30.00	8.00												
Parcheos	m2	M	18			18.00	4.88	22.00												
Desprendimiento	m2	M	6.00			6.00	1.63	9.00												
							TDV=	102.00												
							HDV Max	45												
					q	5	m	= 6.05												
CALCULO DEL PCI																				
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV												
45	22	18	9	8		102	5	52												
45	22	18	9	2		96	4	54												
45	22	18	2	2		89	3	54												
45	22	2	2	2		73	2	53												
45	2	2	2	2		53	1	53												
							CDV Max =	54												
VISTA FOTOGRAFICA:																				
				PCI= 100 - CDV																
				PCI=		46														
CONDICIÓN DE PAVIMENTO																				
REGULAR																				
Tipo de intervención:																				
Mantenimiento Correctivo Mayor del carril: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.																				
<div> <div>% de densidad de fallas-UM N° 13</div>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Falla</th> <th>Densidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baches</td> <td>1.63</td> </tr> <tr> <td>Grietas Longitud y transver.</td> <td>10.84</td> </tr> <tr> <td>Pulimento de agregados</td> <td>30.00</td> </tr> <tr> <td>Parcheos</td> <td>4.88</td> </tr> <tr> <td>Desprendimiento</td> <td>1.63</td> </tr> </tbody> </table> </div>									Falla	Densidad (%)	Baches	1.63	Grietas Longitud y transver.	10.84	Pulimento de agregados	30.00	Parcheos	4.88	Desprendimiento	1.63
Falla	Densidad (%)																			
Baches	1.63																			
Grietas Longitud y transver.	10.84																			
Pulimento de agregados	30.00																			
Parcheos	4.88																			
Desprendimiento	1.63																			

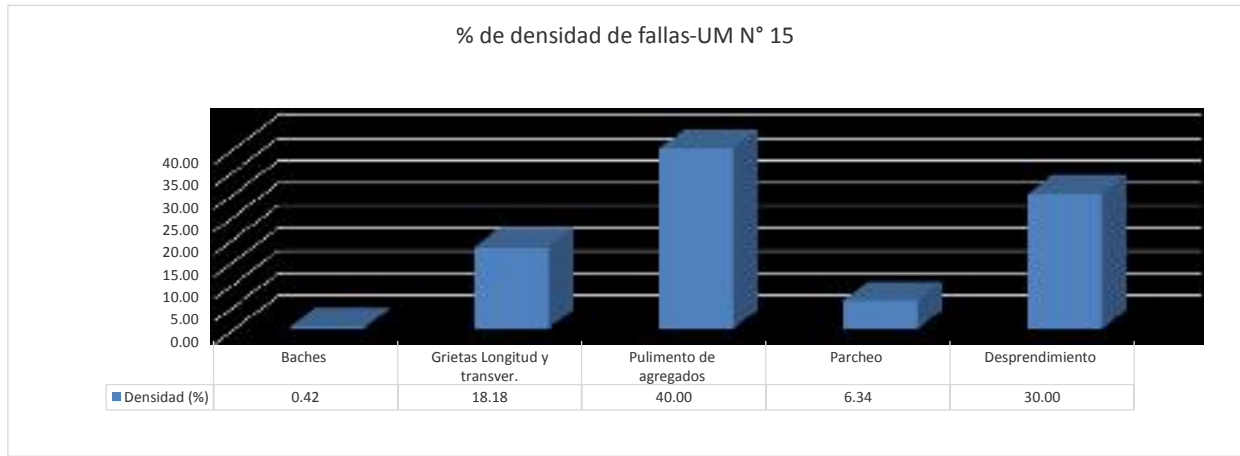
UNIDAD DE MUESTREO N° 14		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:	Calle Alfredo Lapoint (Cuadra 9)	Tipo de Vía:	Colectora					
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello							
Fecha:	28 de Junio del 2019							
Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+042	Área del tramo: (m2)	231.00			
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m					
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches (Huecos)	Und					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
		19 Desprendimiento de agregados	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Baches	und	B	4			4.00	1.73	25.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	42			42.00	18.18	24.00
Pulimento de agregados	m2	M	138.6			138.60	60.00	7.00
Parcheo	m2	M	10			10.00	4.33	30.00
Desprendimiento	m2	M	92.40			92.40	40.00	32.00
							TDV=	118.00
							HDV Max	32
					q	5	m	= 7.24
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV
32	30	25	24	7		118	5	62
32	30	25	24	2		113	4	64
32	30	25	2	2		91	3	62
32	30	2	2	2		68	2	50
32	2	2	2	2		40	1	40
							CDV Max =	64
VISTA FOTOGRAFICA:								
						PCI= 100 - CDV		
						PCI= 36		
CONDICIÓN DE PAVIMENTO						MALO		
Tipo de intervención:						Rehabilitación total de la vía: Vía Colectora, Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica		


% de densidad de fallas-UM N° 14



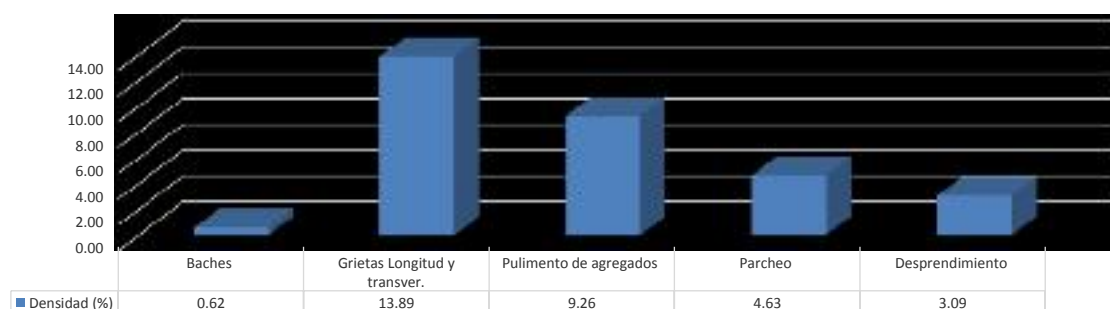
Falla	Densidad (%)
Baches	1.73
Grietas Longitud y transver.	18.18
Pulimento de agregados	60.00
Parcheo	4.33
Desprendimiento	40.00

UNIDAD DE MUESTREO N° 15		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A									
Nombre de la vía:		Calle Vicente de la Vega (Cuadra 8)						Tipo de Vía:		Colectora	
Evalúado por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello									
Fecha:		28 de Junio del 2019									
Abscisa inicial:		0+000		Abscisa final:		0+043		Área del tramo: (m2)		236.50	
TIPOS DE FALLAS											
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m						
2	Exudación	m2	11	Parcheo	m2						
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2						
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und						
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2						
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2						
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2						
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2						
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2						
			19	Desprendimiento de agregados	m2						
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES											
Fallas			Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido
Baches			und	M	1			1.00	0.42	32.00	
Grietas Longitud y transver.			m	M	43			43.00	18.18	25.00	
Pulimento de agregados			m2	M	94.6			94.60	40.00	10.00	
Parcheo			m2	M	15			15.00	6.34	26.00	
Desprendimiento			m2	M	70.95			70.95	30.00	28.00	
									TDV=	121.00	
									HDV Max	32	
							q	5	m	=	7.24
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								TOTAL VD	Q	CDV	
32	28	26	25	10				121	5	62	
32	28	26	25	2				113	4	62	
32	28	26	2	2				90	3	58	
32	28	2	2	2				66	2	48	
32	2	2	2	2				40	1	40	
								CDV Max =	62		
VISTA FOTOGRAFICA:											
								PCI= 100 - CDV			
								PCI= 38			
								CONDICIÓN DE PAVIMENTO			
MALO											
Tipo de intervención:											
Rehabilitación total de la vía: Vía											
Colectora, Actividad:											
Rehabilitación (Refuerzo											
estructural) Recapeado estructural											
o bacheo profundo. Cambio de											
carpeta asfáltica											

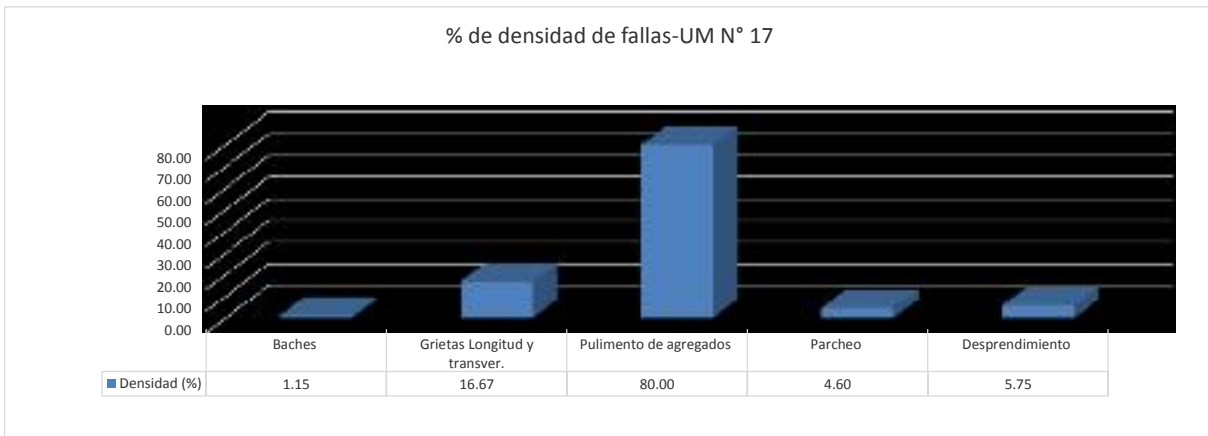


UNIDAD DE MUESTREO N° 16		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:	Av. San José (Cuadra 05) - 02 carr.	Tipo de Vía:				Colectora		
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello							
Fecha:	28 de Junio del 2019							
Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+045	Área del tramo: (m2)		324.00		
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m					
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches (Huecos)	Und					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
		19 Desprendimiento de agregados	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido
Baches	und	M	2			2.00	0.62	24.00
Grietas Longitud y transver.	m	M	45			45.00	13.89	22.00
Pulimento de agregados	m2	M	30			30.00	9.26	5.00
Parcheo	m2	M	15			15.00	4.63	21.00
Desprendimiento	m2	M	10.00			10.00	3.09	11.00
							TDV=	83.00
							HDV Max	24
					q	5	m	= 7.98
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TOTAL VD	Q	CDV
24	22	21	11	5		83	5	42
24	22	21	11	2		80	4	46
24	22	21	2	2		71	3	46
24	22	2	2	2		52	2	38
24	2	2	2	2		32	1	32
							CDV Max =	46
VISTA FOTOGRAFICA:						PCI= 100 - CDV PCI= 54		
						CONDICIÓN DE PAVIMENTO		
						REGULAR		
						Tipo de intervención:		
						Mantenimiento Correctivo Mayor del carril: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.		

% de densidad de fallas-UM N° 16



UNIDAD DE MUESTREO N° 17				EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																																																																																											
				EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																																																																																																																																											
				PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA																																																																																																																																											
Nombre de la vía:		Av. San José (Cuadra 03)-02 carr.						Tipo de Vía:		Colectora																																																																																																																																					
Evaluado por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello																																																																																																																																													
Fecha:		28 de Junio del 2019																																																																																																																																													
Abscisa inicial:				0+000		Abscisa final:		0+043.5		Área del tramo: (m2)				261.00																																																																																																																																	
TIPOS DE FALLAS																																																																																																																																															
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m																																																																																																																																										
2	Exudación	m2	11	Parqueo	m2																																																																																																																																										
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2																																																																																																																																										
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und																																																																																																																																										
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2																																																																																																																																										
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																																																																																																																																										
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2																																																																																																																																										
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2																																																																																																																																										
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2																																																																																																																																										
			19	Desprendimiento de agregados	m2																																																																																																																																										
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																																																															
Fallas				Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido																																																																																																																																			
Baches				und	M	3			3.00	1.15		55.00																																																																																																																																			
Grietas Longitud y transver.				m	M	43.5			43.50	16.67		22.00																																																																																																																																			
Pulimento de agregados				m2	M	208.8			208.80	80.00		18.00																																																																																																																																			
Parqueo				m2	M	12			12.00	4.60		20.00																																																																																																																																			
Desprendimiento				m2	M	15.00			15.00	5.75		15.00																																																																																																																																			
										TDV=		130.00																																																																																																																																			
										HDV Max		55																																																																																																																																			
								q	5	m	=	5.13																																																																																																																																			
CALCULO DEL PCI																																																																																																																																															
VALORES DEDUCIDOS									TOTAL VD		Q		CDV																																																																																																																																		
55	22	20	18	15					130		5		66																																																																																																																																		
55	22	20	18	2					117		4		64																																																																																																																																		
55	22	20	2	2					101		3		66																																																																																																																																		
55	22	2	2	2					83		2		60																																																																																																																																		
55	2	2	2	2					63		1		63																																																																																																																																		
									CDV Max =				66																																																																																																																																		
VISTA FOTOGRAFICA:																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">PCI= 100 - CDV</td> </tr> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">PCI=</td> </tr> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">34</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">CONDICIÓN DE PAVIMENTO</td> </tr> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">MALO</td> </tr> <tr> <td colspan="16" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">Tipo de intervención:</td> </tr> <tr> <td colspan="16">Rehabilitación total de la vía: Vía Colectora,</td> </tr> <tr> <td colspan="16">Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica</td> </tr> </table>																PCI= 100 - CDV																PCI=																34																CONDICIÓN DE PAVIMENTO																MALO																Tipo de intervención:																Rehabilitación total de la vía: Vía Colectora,																Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica															
PCI= 100 - CDV																																																																																																																																															
PCI=																																																																																																																																															
34																																																																																																																																															
CONDICIÓN DE PAVIMENTO																																																																																																																																															
MALO																																																																																																																																															
Tipo de intervención:																																																																																																																																															
Rehabilitación total de la vía: Vía Colectora,																																																																																																																																															
Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica																																																																																																																																															



UNIDAD DE MUESTREO N° 18		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		Calle Elías Aguirre (Cuadra 01)- 02 carr.					Tipo de Vía:	Colectora
Evaluado por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello						
Fecha:		28 de Junio del 2019						
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:		0+043.5	Área del tramo: (m2)		337.50

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	<i>m2</i>	10	Grietas Longitudinal y transversal	<i>m</i>
2	Exudación	<i>m2</i>	11	Parqueo	<i>m2</i>
3	Fisuramiento en bloque	<i>m2</i>	12	Pulimento de agregados	<i>m2</i>
4	Desniveles Localizados	<i>m2</i>	13	Baches (Huecos)	<i>Und</i>
5	Corrugación	<i>m2</i>	14	Cruce de ferrocarril	<i>m2</i>
6	Depresión	<i>m2</i>	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	<i>m2</i>
7	Fisuramiento en borde	<i>m2</i>	16	Desplazamiento	<i>m2</i>
8	Fisuramiento de reflexión	<i>m2</i>	17	Fisuramiento de Resbalamiento	<i>m2</i>
9	Desnivel carril/espaldón	<i>m2</i>	18	Hinchamiento	<i>m2</i>
			19	<i>Desprendimiento de agregados</i>	<i>m2</i>

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido
Baches	und	A	1			1.00	0.30		30.00
Grietas Longitud y transvers.	m	A	45			45.00	13.33		40.00
Pulimento de agregados	m2	M	270			270.00	80.00		18.00
Desprendimiento	m2	A	4.50			4.50	1.33		17.00
							TDV=		105.00
							HDV Max		40
					q	4	m	=	6.51

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS									TOTAL VD	Q	CDV
40	30	18	17						105	4	60
40	30	18	2						90	3	58
40	30	2	2						74	2	56
40	2	2	2						46	1	46
									CDV Max =		60

VISTA FOTOGRAFICA:

PCI= 100 - CDV	
PCI=	40

CONDICIÓN DE PAVIMENTO

MALO


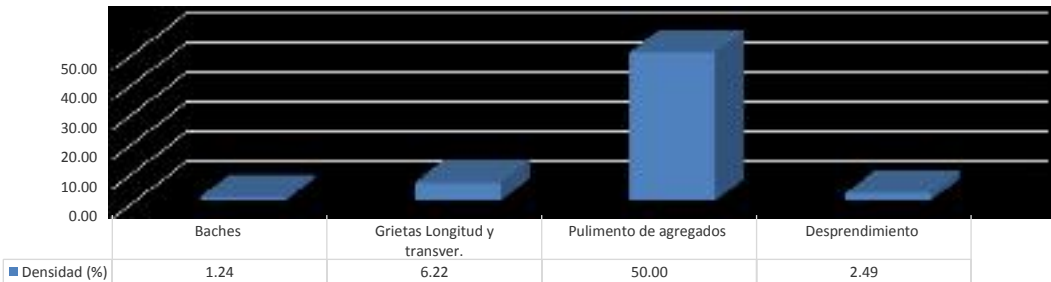
Tipo de intervención:

Rehabilitación total de la vía:


Vía Colectora, Actividad:
Rehabilitación (Refuerzo
estructural) Recapeado
estructural o bacheo
profundo. Cambio de carpe
asfáltica

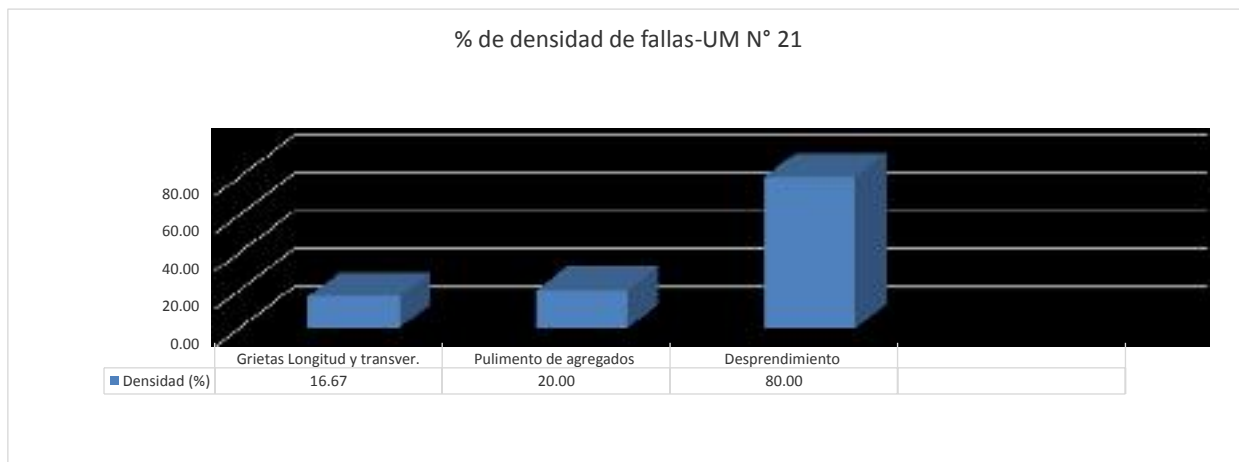
% de densidad de fallas-UM N° 18



UNIDAD DE MUESTREO N° 19		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																		
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																		
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA																		
Nombre de la vía:		Av. José Leonardo Ortiz (Cuadra 01) - 02 carr.				Tipo de Vía:	Arterial													
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello																			
Fecha:	29 de Junio del 2019																			
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:	0+045	Área del tramo: (m2)		321.75													
TIPOS DE FALLAS																				
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grietas Longitudinal y transversal	m																	
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2																	
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Pulimento de agregados	m2																	
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches (Huecos)	Und																	
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2																	
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																	
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2																	
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2																	
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2																	
		19 Desprendimiento de agregados	m2																	
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																				
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %	Valor Deducido												
Baches	und	M	4			4.00	1.24	55.00												
Grietas Longitud y transver.	m	M	20			20.00	6.22	14.00												
Pulimento de agregados	m2	M	160.875			160.88	50.00	12.00												
Desprendimiento	m2	A	8.00			8.00	2.49	22.00												
							TDV=	103.00												
							HDV Max	55												
					q	4	m	=												
								5.13												
CALCULO DEL PCI																				
VALORES DEDUCIDOS								TOTAL VD	Q	CDV										
55	22	14	12					103	4	61										
55	22	14	2					93	3	59										
55	22	2	2					81	2	58										
55	2	2	2					61	1	61										
								CDV Max =	61											
VISTA FOTOGRAFICA:																				
								PCI= 100 - CDV PCI= 39												
								CONDICIÓN DE PAVIMENTO												
								MALO Tipo de intervención: Rehabilitación total de la vía: Vía Arterial, Actividad: Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapeado estructural o Bacheo profundo												
<div style="text-align: center;">% de densidad de fallas-UM N° 19</div>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Falla</th> <th>Densidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baches</td> <td>1.24</td> </tr> <tr> <td>Grietas Longitud y transver.</td> <td>6.22</td> </tr> <tr> <td>Pulimento de agregados</td> <td>50.00</td> </tr> <tr> <td>Desprendimiento</td> <td>2.49</td> </tr> </tbody> </table>											Falla	Densidad (%)	Baches	1.24	Grietas Longitud y transver.	6.22	Pulimento de agregados	50.00	Desprendimiento	2.49
Falla	Densidad (%)																			
Baches	1.24																			
Grietas Longitud y transver.	6.22																			
Pulimento de agregados	50.00																			
Desprendimiento	2.49																			

UNIDAD DE MUESTREO N° 20		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																			
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																			
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A																			
Nombre de la vía:		Calle Manuel María Izaga (Cuadra 0)					Tipo de Vía:		Colectora												
Evalúado por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello																			
Fecha:		29 de Junio del 2019																			
Abscisa inicial:		0+000		Abscisa final:		0+045		Área del tramo: (m2)		270.00											
TIPOS DE FALLAS																					
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m																
2	Exudación	m2	11	Parcheo	m2																
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2																
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und																
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2																
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2																
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2																
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2																
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2																
			19	Desprendimiento de agregados	m2																
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																					
Fallas		Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido											
Baches		und	M	3			3.00	1.11		32.00											
Grietas Longitud y transver.		m	M	15			15.00	5.56		12.00											
Pulimento de agregados		m2	M	81			81.00	30.00		8.00											
Parcheos		m2	A	8			8.00	2.96		30.00											
								TDV=		82.00											
								HDV Max		32											
						q	4	m		=	7.24										
CALCULO DEL PCI																					
VALORES DEDUCIDOS							TOTAL VD	Q	CDV												
32	30	12	8				82	4	46												
32	30	12	2				76	3	48												
32	30	2	2				66	2	48												
32	2	2	2				38	1	38												
							CDV Max =		48												
VISTA FOTOGRAFICA:																					
							PCI= 100 - CDV														
							PCI=		52												
							CONDICIÓN DE PAVIMENTO														
REGULAR																					
Tipo de intervención:																					
Mantenimiento Correctivo Mayor del carril: Vía Colectora, Actividad: Recapado Delgado o Bacheo Superficial o Sellado de Superficie, a nivel de carpeta asfáltica.																					
%																					
de densidad de fallas-UM N° 20																					
<table><tr><td>Densidad (%)</td><td>Baches</td><td>Grietas Longitud y transver.</td><td>Pulimento de agregados</td><td>Parcheos</td></tr><tr><td></td><td>1.11</td><td>5.56</td><td>30.00</td><td>2.96</td></tr></table>												Densidad (%)	Baches	Grietas Longitud y transver.	Pulimento de agregados	Parcheos		1.11	5.56	30.00	2.96
Densidad (%)	Baches	Grietas Longitud y transver.	Pulimento de agregados	Parcheos																	
	1.11	5.56	30.00	2.96																	

UNIDAD DE MUESTREO N° 21		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA													
Nombre de la vía:		Av. San José (Cuadra 12) - 02 carr.						Tipo de Vía:		Colectora					
Evaluado por:		Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello													
Fecha:		28 de Junio del 2019													
Abscisa inicial:		0+000		Abscisa final:		0+043.5		Área del tramo: (m2)		261.00					
TIPOS DE FALLAS															
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas Longitudinal y transversal	m										
2	Exudación	m2	11	Parcheo	m2										
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Pulimento de agregados	m2										
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches (Huecos)	Und										
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2										
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2										
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2										
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2										
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2										
			19	Desprendimiento de agregados	m2										
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES															
Fallas			Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido				
Grietas Longitud y transver.			m	M	43.5			43.50	16.67		22.00				
Pulimento de agregados			m2	M	52.2			52.20	20.00		7.00				
Desprendimiento			m2	A	209			208.80	80.00		75.00				
									TDV=		104.00				
									HDV Max		75				
						q	3	m	=		3.30				
CALCULO DEL PCI															
VALORES DEDUCIDOS								TOTAL VD	Q	CDV					
75	22	7						104	3	66					
75	22	2						99	2	70					
75	2	2						79	1	79					
								CDV Max =		79					
VISTA FOTOGRAFICA:															
															
												PCI= 100 - CDV			
												PCI=		21	
CONDICIÓN DE PAVIMENTO															
MALO															
Tipo de intervención:															
Rehabilitación total de la vía: Vía															
Colectora, Actividad: Rehabilitación															
(Refuerzo estructural) Recapado															
estructuralo bacheo profundo.															
Cambio de carpeta asfáltica															



UNIDAD DE MUESTREO N° 22		EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
		PAVIMENTO: FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA					
Nombre de la vía:		Calle Vicente de la Vega (Cuadra 07)				Tipo de Vía:	Colectora
Evaluado por:	Ing. Marco Domichelli Mercedes Tello						
Fecha:	28 de Junio del 2019						
Abscisa inicial:		0+000	Abscisa final:		0+043	Área del tramo: (m2)	236.50

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	<i>m2</i>	10	Grietas Longitudinal y transversal	<i>m</i>
2	Exudación	<i>m2</i>	11	Parqueo	<i>m</i>
3	Fisuramiento en bloque	<i>m2</i>	12	Pulimento de agregados	<i>m2</i>
4	Desniveles Localizados	<i>m2</i>	13	Baches (Huecos)	<i>Und</i>
5	Corrugación	<i>m2</i>	14	Cruce de ferrocarril	<i>m2</i>
6	Depresión	<i>m2</i>	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	<i>m2</i>
7	Fisuramiento en borde	<i>m2</i>	16	Desplazamiento	<i>m2</i>
8	Fisuramiento de reflexión	<i>m2</i>	17	Fisuramiento de Resbalamiento	<i>m2</i>
9	Desnivel carril/espaldón	<i>m2</i>	18	Hinchamiento	<i>m2</i>
			19	<i>Desprendimiento de agregados</i>	<i>m2</i>

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Fallas	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			TOTAL	Densidad %		Valor Deducido
Grietas Longitud y transver.	m	M	40			40.00	16.91		33.00
Pulimento de agregados	m2	M	47.3			47.30	20.00		8.00
Desprendimiento	m2	A	118			118.25	50.00		70.00
							TDV=		111.00
							HDV Max		70
					q	3	m	=	3.76

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS									TOTAL VD	Q	CDV
70	33	8							111	3	68
70	33	2							105	2	72
70	2	2							74	1	74
									CDV Max =		74

VISTA FOTOGRAFICA:

PCI= 100 - CDV	
PCI=	26

CONDICIÓN DE PAVIMENTO
MALO

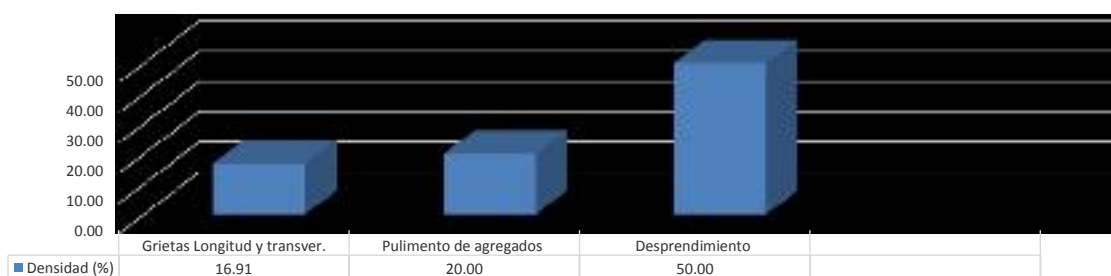
Tipo de intervención:

Rehabilitación total de la vía: Vía

Colectora. Actividad:

Rehabilitación (Refuerzo estructural) Recapado estructural bacheo profundo. Cambio de carpeta asfáltica

% de densidad de fallas-UM N° 22



Norma Técnica C.E. 010 Pavimentos Urbanos (RNE)

Tipos de Mantenimiento	Periodicidad	Actividades realizadas
Mantenimiento Rutinario	Requerido de manera continua en todas las vías	Barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de señalización
Mantenimiento Recurrente	Requerido a Intervalos pre-establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen de tráfico	Reparación de baches y bordes en pavimentos, Sellado de grietas y fisuras.
Mantenimiento Periódico	Requerido a intervalos de algunos años	Sellado de toda la superficie del pavimento, Re-capeos, Reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, Reposición de losas aisladas, Reparación de bermas, Señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), Re-sellado de juntas.
Mantenimiento Urgente	Necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía.	Remoción de obstáculos, Colocación de señales de peligro, y trabajos diversos.

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del RNE (2010)

Norma Técnica C.E. 010 Pavimentos Urbanos (RNE)

Tareas de Mantenimiento	Trabajos Necesarios
1) Inventario	Consiste en el registro de las características básicas de cada sección de la red vial
2) Inspección	Consiste en la auscultación del pavimento y la medición de la condición del pavimento.
3) Determinación del tipo de mantenimiento	Consiste en el análisis de las fallas y definición de las actividades de mantenimiento necesarias.
4) Estimación de recursos	Consiste en el costeo del programa de mantenimiento para definir el presupuesto.
5) Identificación de prioridades	Consiste en la etapa en la que se decide el orden de prelación cuando los recursos son limitados
6) Programa de trabajo y medición del comportamiento	Consiste en la etapa en la que se controla el trabajo que está siendo ejecutado.
7) Monitoreo	Consiste en la verificación de la calidad y efectividad del trabajo.

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del RNE (2010)

Estándares de Mantenimiento en Pavimentos Flexibles (Concreto Asfáltico)

Parámetros importantes	Estándares Admisibles de Mantenimiento	Calzada (Concreto Asfáltico)
Índice de Rugosidad Internacional (IRI – m/Km)	Rango de IRI De 3.50 – 4.50m/Km	Rugosidad Característica: Vía - 1° Clase: 4.00 m/Km Vía – 2° Clase: 4.00 m/km Vía – 3° Clase: 4.50 m/Km
Deflexión Característica (Dc) según tipo de Vía	Deflexión admisible (Dadm.) $D \text{ adm.} = (1.15/N)^{0.25}$ N=N° Ejes Equivalentes acumulados	Vía - 1° Clase: $Dc = Dm + 1.645 \cdot ds$ Vía - 2° Clase y 3° Clase $Dc = Dm + 1.282 \cdot ds$
Ahuellamiento (mm)	Máximo (12 mm) Mínimo (6 mm)	Corrección de ahuellamientos mayores a 12 mm.
Textura Superficial (Superficie de rodadura)	De 0.30 a 0.70 mm	Máximo (Textura mala: 0.30 mm)
Fisuras longitudinales y Fisuras transversales	Máximo de 3 a 5% de área con fisuras	Sólo para área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor. Mayores a 3 mm de grosor, no se aceptará.
Baches	No se admitirá	Cada vez que aparezca, debe ser prontamente parchada. Parchado profundo
Exudación	No se aceptará	Aplicar arena caliente.

Fuente: Manual de Carreteras MTC –Conservación Vial (2014)

Estándares de Mantenimiento en Pavimentos Rígidos (Concreto Hidráulico)

Parámetros importantes	Estándares Admisibles de Mantenimiento	Calzada (Concreto Hidráulico)
Índice de Rugosidad Internacional (IRI – m/Km)	Rango de IRI De 3.50 – 4.50m/Km	Rugosidad Característica: Vía - 1° Clase: 4.00 m/Km Vía – 2° Clase: 4.00 m/km Vía – 3° Clase: 4.50 m/Km
Fisuras	No se admitirá	Cada vez que aparezca, debe ser prontamente sellada.
Baches	No se admitirá	Cada vez que aparezca, debe ser prontamente parchada
Sello de Juntas	Renovación cada 6 años	Control permanente

Fuente: Manual de Carreteras MTC –Conservación Vial (2014)

Tipos de Vías

Tipo de Vía	IMD (Veh./día)
Vías Expresas: Autopistas (1° Clase)	IMD > 6000
Vías Arteriales: Autopistas (2° Clase)	6000 < IMD < 4001
Vías Colectoras: Carreteras (1° Clase)	4000 < IMD < 2001
Vías Locales (Segunda Clase)	2000 < IMD < 401
Vías (Tercera Clase)	400 < IMD < 201

Fuente: Manual de Carreteras MTC –Conservación Vial (2014)

Estándares de Mantenimiento en Pavimentos Mixtos (Adoquines de concreto)

Parámetros importantes	Estándares Admisibles de Mantenimiento	Calzada (Adoquines de concreto con base granular)
N° Ejes Equivalentes acumulados (EE)	150,000 < EE < 15'000,000	Vía - 1° Clase: Vías Arteriales 7'500,001 < EE < 15'000,000 Vía – 2° Clase: Vías Colectoras 7'500,000 < EE < 150,001 Vía – 3° Clase: Vías Locales EE < 150,000
Capa Superficial (mm)	Adoquín de Concreto Espesor no menor de 60 mm	Espesores del adoquín de 60, 80 y 100 mm, acorde al tipo de vía.
Cama de Arena (mm)	Espesor no mayor de 40 mm, ni menor de 25 mm	Espesor nivelada y compactada. No debe usar arena proveniente del triturado, ni polvo de piedra.
Base Granular (mm)	Espesor no menor de 100 mm Compactación AASHTO T-180 (> 95%)	Espesor nivelada y compactada con control de niveles topográficos.
Acabados superficiales del adoquín	No se aceptará irregularidades, ni fracturas en sus caras superficiales	Considerar acabados superficiales regulares en el contorno del adoquín de concreto
Superficies regulares en la calzada	No se aceptará irregularidades verticales mayores a 5 mm	Adoquines inter-trabados de concreto con superficies regulares, paralelamente y perpendicular al eje de vía.
Sellado en Juntas	Gradación Máximo 100% pasando la Malla N° 16 y no más del 10% pasando la malla N° 200	Ligeramente más fina que la cama de arena

Fuente: Manual de Carreteras MTC –Conservación Vial (2014) y Norma Técnica CE.010-RNE (2010)

ESTANDARES ADMISIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Niveles de servicio para: CALZADA (Concreto Asfáltico)

Manual de Carreteras
Conservación Vial

Parámetro		Nivel de Servicio					
		Tipo de Vía					Bejo Volumen de Tránsito Pavimentado
		Autopista 1ª clase	Autopista 2ª clase	Carretera 1ª clase	Segunda Clase	Tercera Clase	
Medida		IMD > 6000	6000 < IMD < 4001	4000 < IMD < 2001	2000 < IMD < 401	400 < IMD < 201	IMD ≤ 200
Piel de Cocodrilo	Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	3%	3%	3%	5%	5%	5%
Deformación por deficiencia estructural	Porcentaje máximo de área con hundimientos mayores que 25 mm.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de área con ahueamiento mayor que 12 mm.	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Reparaciones o parchados	Porcentaje máximo de parches en mal estado	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Peladuras y Desprendimientos	Porcentaje máximo de áreas con peladuras	0%	0%	5%	5%	5%	5%
	Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Baches (Huecos)	Porcentaje máximo de área con Baches (huecos)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras Transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	2%	2%	2%	5%	5%	5%
Exudación	Porcentaje máximo de área con exudación	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Desprendimiento de bordes	Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (nuevo)	2.0 IRL (1)	2.0 IRL (1)	2.2 IRL (2)	2.4 IRL (3)	2.6 IRL (4)	2.8 IRL (5)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (con Recapa Asfáltica)	2.5 IRL (1)	2.5 IRL (1)	2.7 IRL (2)	2.9 IRL (3)	3.1 IRL (4)	3.3 IRL (5)
Rugosidad Período de Servicio	Rugosidad característica del tramo (Período de Servicio)	3.3 IRL (1)	3.3 IRL (1)	3.5 IRL (2)	3.7 IRL (3)	3.9 IRL (4)	4.1 IRL (5)
Fricción Superficial	Coefficiente de Fricción medido en pavimento mejorado	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.50	No menor de 0.50	No menor de 0.50

- (1) IRL = IRLp + 1,645 x ds
 (2) IRL = IRLp + 1,282 x ds
 (3) IRL = IRLp + 1,036 x ds
 (4) IRL = IRLp + 0,842 x ds
 (5) IRL = IRLp + 0,674 x ds
 IRLp = IRL promedio
 ds = desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia, en base a Contratos de Concesión Vial, Contratos por Niveles de Servicio, Tabla de parámetros globales del HDM-4, Manual de Suavos y Pavimentos del MTC.

ESTANDARES ADMISIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Niveles de servicio para: CALZADA (Concreto Hidráulico)

Parámetro	Nivel de Servicio					
	Tipo de Vía					
	Autopista 1ª clase	Autopista 2ª clase	Carretera 1ª clase	Segunda Clase	Tercera Clase	Bajo Volumen de Tránsito Pavimentado
	>6000	6000<IMD<4001	4000<IMD<2001	2000<IMD<401	400<IMD<200	IMD ≤ 200
Desnivel entre losas	0%	0%	0%	0%	5%	5%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de longitud con desnivel ≥ 10 mm	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm.	3%	5%	5%	5%	5%
Fisuras Transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm.	2%	5%	5%	5%	5%
	Porcentaje máximo de área con fisuras en esquina	0%	0%	0%	0%	5%
Fisuras Oblicuas	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm.	0%	0%	5%	5%	5%
	Porcentaje máximo de parches en mal estado	0%	0%	0%	0%	0%
Reparaciones o Parchados	Porcentaje máximo de área con desprendimiento de juntas	0%	0%	5%	5%	5%
Desdoblamiento de Juntas	Porcentaje máximo de área con desprendimiento	0%	0%	0%	0%	0%
Desdoblamiento	Porcentaje máximo de área con baches o huecos	0%	0%	0%	0%	0%
Baches o Huecos	Porcentaje máximo de área con desprendimiento de tratamiento superficial o de la carpeta asfáltica	0%	0%	0%	0%	0%
Tratamiento Superficial o Carpeta Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (nuevo)	2.0 IRL (1)	2.2 IRL (2)	2.4 IRL (3)	2.5 IRL (4)	2.8 IRL (5)
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (con Recapa Asfáltica)	2.5 IRL (1)	2.7 IRL (2)	2.9 IRL (3)	3.1 IRL (4)	3.3 IRL (5)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (Período de Servicio)	3.3 IRL (1)	3.5 IRL (2)	3.7 IRL (3)	3.9 IRL (4)	4.1 IRL (5)
Rugosidad Período de Servicio	Coefficiente de fricción medido en pavimento mojado	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.50	No menor de 0.50
Fricción Superficial						

- (1) IRL característico (IRL) a la confiabilidad de 95%.
 (2) IRL característico (IRL) a la confiabilidad de 90%.
 (3) IRL característico (IRL) a la confiabilidad de 85%.
 (4) IRL característico (IRL) a la confiabilidad de 80%.
 (5) IRL característico (IRL) a la confiabilidad de 75%.
 IRL = IRLp + 1,645 x ds
 IRL = IRLp + 1,282 x ds
 IRL = IRLp + 1,036 x ds
 IRL = IRLp + 0,842 x ds
 IRL = IRLp + 0,674 x ds
 IRLp = IRL promedio
 ds = desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia, en base a Contratos de Concesión Vial, Contratos por Niveles de Servicio, Tabla de parámetros globales del HDMA, Manual de Suelos y Pavimentos del MTC.

ESTANDARES ADMISIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, RÍGIDOS Y ADOQUINES

Los requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos, son los indicados en la Tabla 30

TABLA 30

Tipo de Pavimento		Flexible	Rigido	Adoquines
Elemento	Sub-base	95 % de compactación: Suelos Granulares Proctor Modificado Suelos Cohesivos Proctor Estándar Espesor compactado: > 250 mm – Vías locales y colectoras > 300 mm – Vías arteriales y expresas		
	Sub-base	CBR ≥ 10 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR > 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80 % 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR ≥ 80 % 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm		≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	> 150 mm	> 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

Material	Vías locales	Concreto asfáltico *** MR $> 3,4$ MPa (34 kg/cm ²)	f _c > 30 MPa (300 kg/cm ²)
	Vías colectoras		
	Vías arteriales		
	Vías expresas		

Notas. * N.A.: No aplicable, ** N.R.: No Recomendable, *** El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del RNE (2010)